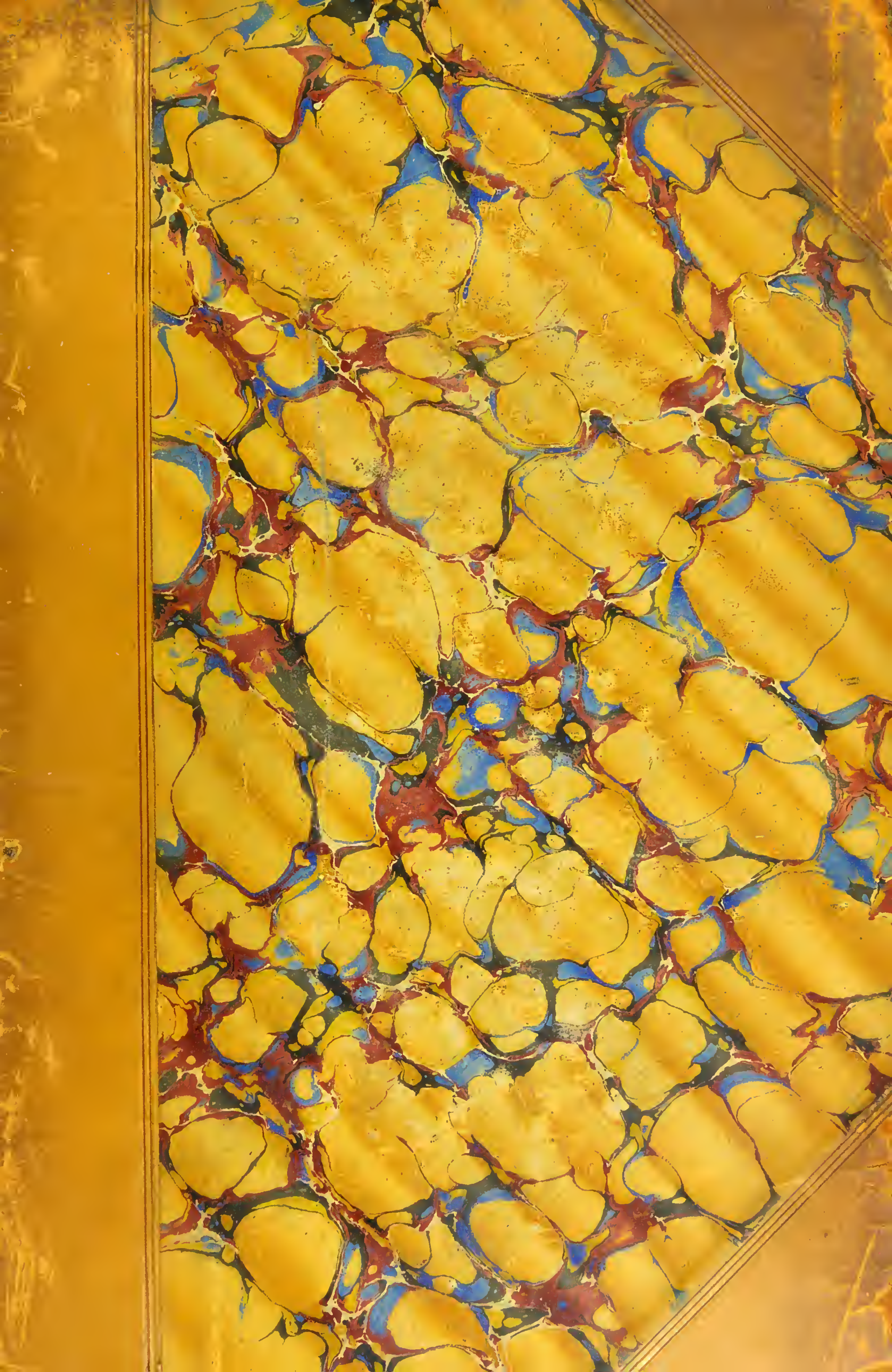
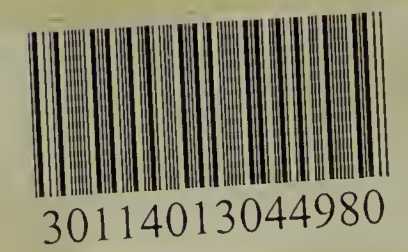
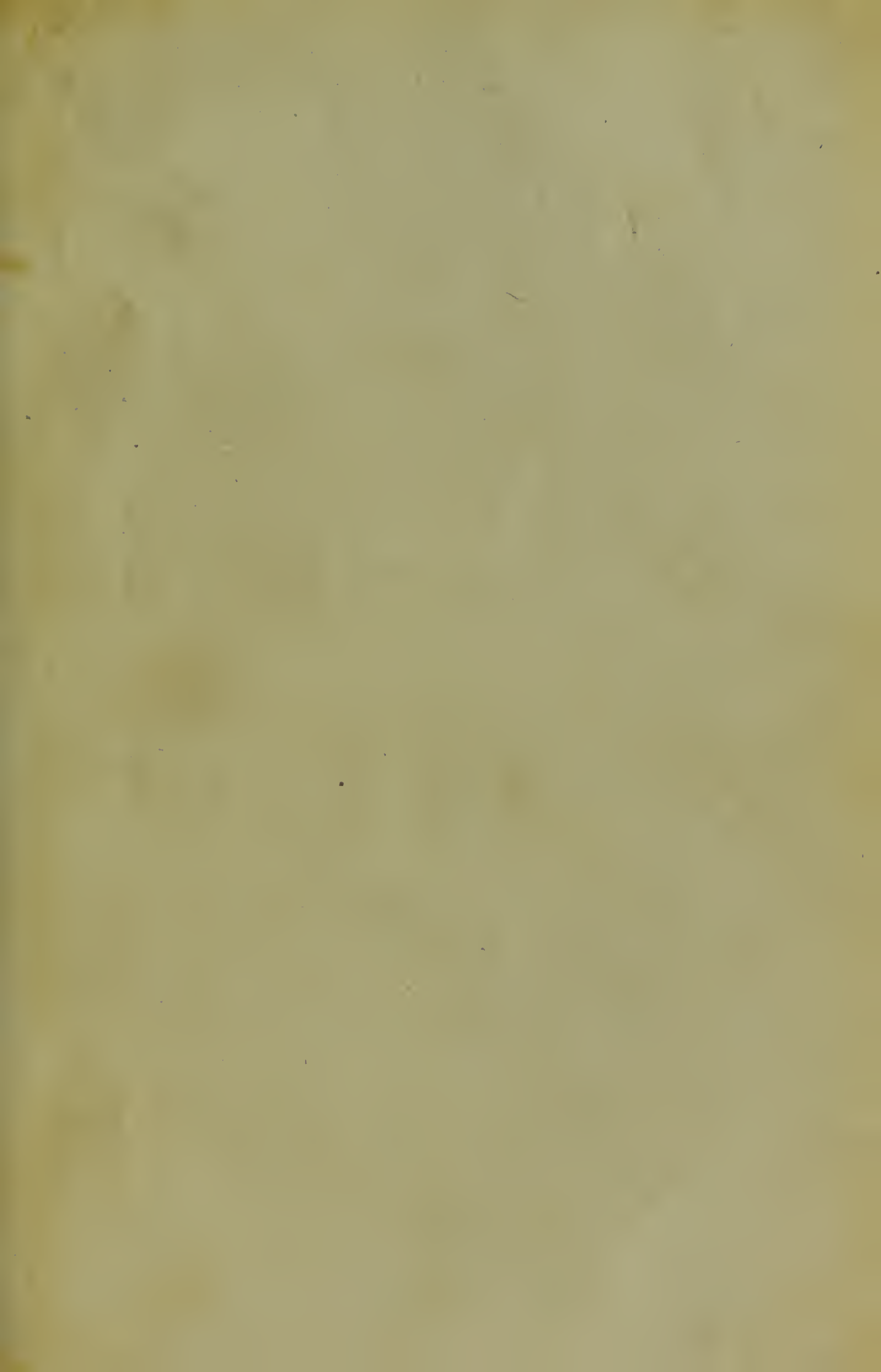












DIE ROHSTOFFE

DES

PFLANZENREICHES.

VERSUCH EINER TECHNISCHEN

ROHSTOFFLEHRE DES PFLANZENREICHES.

VON

DR. JULIUS WIESNER,

ORDENTL. OEFFENTL. PROFESSOR DER ANATOMIE UND PHYSIOLOGIE DER PFLANZEN AN DER WIENER UNIVERSITÄT.

MIT 104, MEIST ANATOMISCHEN HOLZSCHNITT-ABBILDUNGEN.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1873.

DIE ROHSTOFFE

DES

PFLANZENREICHES.



Inhaltsverzeichniss.

An Lust und Liebe für die Sache hat es mir während der Arbeit an diesem Buche nicht gefehlt. Ohne Neigung für den an sich wohl trockenen Stoff hätte ein derartiges Werk auch nicht zu Ende geführt werden können. Seit Langem habe ich mit besonderer Vorliebe neben meinen rein wissenschaftlichen botanischen Arbeiten das Studium der vegetabilischen Rohstoffe betrieben und durch eine mehr als zehnjährige Thätigkeit als Lehrer am Wiener k. k. polytechnischen Institute hatte ich vielfach Gelegenheit, meine Kenntnisse über vegetabilische Rohstoffe zu erweitern. Diese persönlichen Verhältnisse und der Umstand, dass die Bearbeitung der genannten Materie, welche doch vorwiegend eine Naturgeschichte der vegetabilischen Rohstoffe sein soll, in der Hand eines Botanikers, namentlich eines solchen, welcher die histologische Richtung pflegt, besser als in der eines Chemikers oder Technologen zu gedeihen verspricht, kommen dem Buche wohl zugute. Ob aber die vorliegende Bearbeitung des Stoffes eine richtige und ob dieses Werk zur Weiterentwicklung des technischen Wissensgebietes etwas beizutragen berufen ist: hierüber mögen competente und gerechte Männer urtheilen, denen gewiss die Schwierigkeiten nicht unbekannt sein werden, die sich der Durchführung einer so umfänglichen, zum grossen Theile neue Bahnen einschlagenden Arbeit entgegensetzen.

Schliesslich möchte ich noch erwähnen, dass der Druck des Buches schon im August 1872 begann, um zu erklären, warum auf einzelne botanische und technische Abhandlungen neueren Datums nicht mehr Rücksicht genommen wurde.

Wien, im October 1873.

Julius Wiesner.

Einleitung.

Die Zahl der mineralischen und organischen Rohstoffe, welche in der chemischen und mechanischen Industrie Verwendung finden, ist eine ausserordentlich grosse geworden. Eine möglichst genaue Kenntniss dieser höchst mannigfaltigen Körper bildet das Fundament einer wissenschaftlich begründeten Technologie.

Das vorliegende Werk ist ausschliesslich den technisch verwendeten Rohstoffen des Pflanzenreiches gewidmet, welche an Mannigfaltigkeit, vielleicht auch an Masse, gewiss aber in Bezug auf Verschiedenartigkeit der Verwendung die industriell verwertheten Erzeugnisse des Thier- und Mineralreiches weit überragen.

Als das Bedürfniss, die technischen Rohstoffe näher kennen, oder doch wenigstens genauer unterscheiden zu lernen, erwachte, genügte es, dass einzelne, mit naturgeschichtlichen Kenntnissen ausgerüstete Männer die gesammte Bearbeitung aller damals in die Gewerbe eingeführten Rohstoffe, mochten sie dem Thier-, Pflanzen- oder Mineralreiche entstammt sein, in die Hand nahmen. Durch die Bemühungen dieser Gelehrten, deren Verdienst nicht verkannt werden sollte, wenn uns auch der Standpunct, den sie einnahmen, heute gänzlich veraltet erscheinen muss, entstand die Naturgeschichte der Rohstoffe (*histoire naturelle des drogues*), oder wie sie der deutsche Begründer dieses Gebietes nannte, die Waarenkunde.

Es ist einleuchtend, dass mit dem Fortschreiten auf diesem neuen Gebiete die Characteristik der rohen Handelsproducte und die Erforschung ihrer Eigenschaften eine wissenschaftliche Vertiefung erfahren musste, sollte dieser neue Zweig practischer Wissenschaften sich naturgemäss weiter entwickeln, umsomehr, als die Zahl der technisch verwendeten Rohstoffe sich von Tag zu Tag vergrösserte, und als man in den Kreis der Waarenkunde nicht nur Rohstoffe, sondern auch Fa-

bricate hineinzog. Eine, nach der Methode wissenschaftlicher Forschung organisirte Theilung der Arbeit hätte nun eintreten sollen. Es hätte sich nunmehr jeder mit der Bearbeitung der Handelskörper Beschäftigte eingestehen sollen, dass eine wissenschaftlich begründete Bearbeitung von Pflanzen-, Thier- und Mineralstoffen, von Fabricaten und Halbfabricaten, von Einem Manne nicht durchzuführen sei, dass naturgemäss die Pflanzenstoffe nur von einem Botaniker, die Thierstoffe nur von einem Zoologen u. s. w. wissenschaftlich behandelt werden können, und dass die sichere Handhabung der dem Botaniker, Zoologen u. s. w. geläufigen Untersuchungsmethoden allerdings die erste und wesentlichste, wenn auch nicht einzige Bedingung für eine der Technologie zum Nutzen gereichende Bearbeitung der Waaren bildet.

Es waltete aber ein eigenthümliches Missgeschick über der Waarenkunde. Die breiten Wege der Meister und Begründer des genannten Gebietes wurden — mit wenigen Ausnahmen — fort und fort von den Jüngern nachgetreten. Statt an eine gründliche, womöglich monographische Bearbeitung kleinerer Rohstoffgruppen zu gehen, erweiterte man vielmehr, mit Vernachlässigung wissenschaftlicher Untersuchungsmethoden, nur noch mehr die Grenzen der Waarenkunde, so dass fast die ganze Literatur dieses, der Erforschung gewiss so werthen Gebietes eine Oberflächlichkeit zur Schau trägt, wie eine solche kaum ein anderer Wissenszweig aufzuweisen haben dürfte.

Es zersplitterten sich also fast alle auf dem Gebiete der Waarenkunde thätigen Kräfte, indem sie auf einem zu grossen und die Handhabung höchst verschiedener Forschungsmethoden fordernden Felde zu wirken versuchten. Aber auch die Bemühungen einzelner Botaniker, welche durch Schaffung einer sogenannten ökonomischen oder technischen Botanik [1] die Kenntniss der Rohstoffe des Pflanzenreiches zu fördern strebten, weisen nur geringe Erfolge auf, indem sie, in der systematisch-botanischen Richtung befangen, sich in Beschreibungen von Nutzpflanzen ergingen, und die Characteristik und Physiographie der vegetabilischen Rohstoffe nur ungenügend darlegten. Die Beschreibung technisch-wichtiger Gewächse mochte wohl das Interesse vieler Leser jener Bücher erregt und manchen Nutzen gestiftet haben; in wissenschaftlicher Beziehung hatte sie keinen Werth, da ein Vergleich jener Schriften mit den damals schon bestandenen floristischen Werken und botanischen Monographien lehrt, dass die Verfasser von Schriften über ökonomische- und technische Botanik unsere Kenntnisse über die technischen Nutzpflanzen keineswegs bereicherten.

[1] Z. B.: J. H. Dierbach, Grundriss der allgemeinen ökonomisch-technischen Botanik. Heidelberg u. Leipzig 1839.

Ich werde an einer anderen Stelle dieser Einleitung die Geschichte unserer Kenntnisse über die technisch verwendeten Pflanzenstoffe genauer darzulegen versuchen, und nicht nur die Irrwege, auf welche die Waarenkunde gerieth, nachweisen, sondern auch die Verdienste jener Männer, denen die technische Rohstofflehre des Pflanzenreiches all' das verdankt, was sie an positiven Kenntnissen ihr eigen nennen darf, eingehend darlegen.

Die vorstehenden Zeilen sollten nur dem Gedanken, dem dieses Buch sein Entstehen verdankt, Ausdruck geben: dass das ganze grosse, der wissenschaftlichen Bearbeitung dringend bedürftige Gebiet, das man heute mit dem Namen der Waarenkunde belegt, nur durch eine, nach den Methoden naturwissenschaftlicher Untersuchung gegliederten Theilung der Arbeit, sich aus seiner tiefen Versunkenheit wird aufraffen und in die Reihe anderer practischer Wissenschaften wird stellen können.

Die Rohstoffe des Pflanzenreiches, welche die Industrie verarbeitet, sind gewöhnlich unwesentlich veränderte Pflanzentheile, wie z. B. Wurzeln, Rhizome, Holz, Rinde, Blätter u. s. w., die für die Zwecke leichterer Aufbewahrung und Versendung getrocknet, und, wenn es die Verwendung zulässt, zerkleinert werden. Der Wassergehalt solcher Rohstoffe ist stets geringer als dem Lebendgewicht der betreffenden Pflanzentheile entspricht und gewöhnlich nur von der Hyproscopicität der betreffenden organischen Substanzen abhängig.

Man zählt zu den Rohstoffen aber auch bestimmte Hervorbringungen des Pflanzenreiches, welche nicht als wesentliche Theile der Pflanzen (Organe, Gewebe, Zellinhaltsstoffe) angesehen werden können, wie z. B. die aus den Stämmen vieler Holzpflanzen heraussickernden, flüssig oder halbflüssig verbleibenden (Balsame) oder zu Gummi, Harzen, Gummiharzen u. s. w. erstarrenden Substanzen, welche durch einfache Aufsammlungen schon in jenen Zustand kommen, in welchem sie im Handel erscheinen und deshalb mit Recht als Sammelproducte angesprochen werden.

Ohne allen Zwang kann man auch jene Erzeugnisse des Pflanzenreiches den Rohstoffen beizählen, welche durch mechanische Verletzungen gewonnen werden, wie der Kautschuk, welcher aus einem, freiwillig nur in kleinen, durch Anschnitt der betreffenden Pflanzentheile in grossen Mengen austretenden Milchsafte durch Eintrocknung entsteht. In dieselbe Kategorie von Rohstoffen gehören die meisten Balsame, manche Harze (z. B. Gummigutt) u. v. a.

Es ist auch ein leicht zu rechtfertigender Gebrauch, manche durch etwas complicirtere, im Ganzen doch immer sehr rohe Gewinnungsme-

thoden erhaltene Pflanzenstoffe als Rohwaaren aufzufassen, wie z. B. das Catechu, das durch Auskochen des Holzes der *Acacia Catechu* und Eindampfen des so erhaltenen Extractes gewonnen wird, den Gambir, welcher nach einem analogen Verfahren aus den Blättern und jungen Zweigen der *Nauclea Gambir* erzeugt wird; desgleichen die durch Auspressen oder Ausschmelzen aus Samen und Früchten erhaltenen vegetabilischen Fette, das durch Ausschmelzen sehr verschiedener Pflanzentheile erhaltene vegetabilische Wachs u. s. w. Auch den durch Eintrocknen aus Milchsaft und spätere Räucherung gewonnenen schwarzen Kautschuk des Handels zieht man, wie ich glaube, ganz passend noch zu den Rohstoffen.

Nur verhältnissmässig wenige Rohstoffe des Pflanzenreichs werden gleich in frischem Zustande nach vervollkommneter Methode gewerblich verarbeitet, wie die Runkelrübe, das Zuckerrohr, die Olive u. m. a. Einige wenige, wie z. B. die Alkoholhefe, bestehen nicht nur aus unverletzten lebenden Organismen, ja es beruht ihre technische Benutzung auf den Vorgängen, welche deren Leben begleiten.

Es wäre unschwer, aus den Eigenthümlichkeiten der angeführten Kategorien von vegetabilischen Rohwaaren eine Definition für die letzteren zu abstrahiren; ich halte dies jedoch für unnütz und denke, dass die Vorführung der Typen genügen wird, um auszudrücken, was man ganz conventionell, als Rohstoff bezeichnet.

Die Waarenkunde beschäftigt sich, wie ihr Name auch genügend besagt, nur mit jenen Rohstoffen, welche Gegenstand des Handels sind. Im vorliegenden Werke überschreite ich diese vom technologischen Standpuncte nicht motivirte Grenze, wenn ich auch, der geringen Zugänglichkeit mancher Rohstoffe wegen, welche nicht Waaren sind, einige derselben im Nachfolgenden unbeschrieben lassen muss.

Nachdem ich in Kurzem eine Orientirung über das, was als vegetabilischer Rohstoff anzusehen ist, gegeben habe, will ich versuchen, die Aufgabe darzulegen, welche einer wissenschaftlich begründeten Lehre von den technisch verwendeten Rohstoffen des Pflanzenreiches zufällt.

Die Rohstofflehre kann sich begreiflicher Weise keine andere Aufgabe stellen, als die, praktischen Erfahrungen oder theoretischen Erwägungen zufolge, nutzbaren Rohstoffe möglichst genau unterscheiden zu lehren, ihre Herkunft zu ermitteln und ihre Eigenschaften, mit thunlichster Rücksichtnahme auf ihre Verwendung, darzulegen. Die Rohstofflehre bildet, so aufgefasst, nicht etwa bloss eine dem Kaufmanne zur Belehrung dienende »Waarenkunde«, vielmehr gestaltet sie sich zu einem Zweige der Technologie im weiteren Sinne des Wortes.

Bei der ausserordentlichen Menge von nutzbaren Pflanzenstoffen, die man bereits kennt, ist es gewiss gerathener, sich mit diesen zu

beschäftigen, als, vielleicht geleitet durch theoretische Gesichtspuncte, nach neuen zu suchen. Man darf nämlich nicht vergessen, dass die Auffindung dieser Körper das Resultat einer mehrtausendjährigen Erfahrung ist, an welcher alle Völker der Erde Antheil haben, und dass gerade durch den Spürsinn uncivilisirter Völker die bedeutungsvollsten Entdeckungen an Rohstoffen zu Tage gefördert wurden. Es ist — des Thier- und Mineralreiches nicht zu gedenken — das Gewächsreich in einer so tiefgehenden Weise auf seine Nutzbarkeit durchgeprüft, dass der Forschung zur Auffindung neuer nutzbarer Rohstoffe nur wenig Spielraum gegönnt ist. Ich glaube dass sich die Wissenschaft den Gewerben durch genaue Prüfung der vorhandenen Rohstoffe viel mehr nützlich machen kann, als durch Auffindung neuer.

Die Mittel zur Lösung der eben geschilderten Aufgabe der Rohstofflehre des Pflanzenreiches sind keine geringen. Vor allem ist es nothwendig die Abstammung des Rohstoffes zu erforschen, also in Betreff der vegetabilischen Rohstoffe, die Pflanze zu ermitteln, welche diesen oder jenen Rohstoff liefert. Um Irrungen vorzubeugen, ist diese Kenntniss zum mindesten für den Forscher, also für denjenigen nöthig, welcher eine exacte Characteristik eines Rohstoffes entwerfen will. Um nämlich mit Genauigkeit die unterscheidenden Merkmale der oft stark zerkleinerten oder anderweitig veränderten Rohstoffe feststellen zu können, ist es häufig nothwendig, auf die Stammpflanze zurückzugreifen. Durch das Studium der Morphologie der wohlerhaltenen Stammpflanze wird es ermöglicht, den Pflanzentheil, das Organ, welches einen bestimmten Rohstoff liefert, zu ermitteln, und die Bestandtheile der Organe oder Gewebe, welche an der Zusammensetzung desselben Antheil nehmen, mit grösserer Sicherheit und Vollständigkeit festzustellen, als dies am Rohstoff selbst möglich ist. Aber es wird wohl auch zugegeben werden, dass die Fixirung eines bestimmten Rohstoffes, durch die Zurückführung auf die Stammpflanze, die Sicherheit der Characteristik nur vergrössert, indem durch den Nachweis der völligen Identität eines bestimmten Rohstoffes mit einem bestimmten Organ, Organtheil, Gewebe u. s. w. der Stammpflanze die genaueste Ausmittelung der wahren Natur eines fraglichen Rohstoffes erfolgt. Es wäre z. B. der Beweis zu liefern, ob eine bestimmte Faser Sunn ist oder nicht. Wäre nun eine Characteristik dieser Spinnfaser noch nicht vorhanden, oder zöge man die Sicherheit der etwa hierüber bekannt gewordenen Unterscheidungsmerkmale in Zweifel, so bliebe wohl nichts anderes übrig, als einen Vergleich der zu prüfenden Pflanzenfaser mit dem Baste der lange bekannten Stammpflanze des Sunn's, *Crotalaria juncea*, vorzunehmen. Ergäbe sich nun eine völlige Gleichheit in der morphologischen Zusammensetzung und im mikrochemischen Verhalten beider

Objecte, so wäre hiermit wohl auch der denkbar sicherste Nachweis, dass die betreffende Faser wirklich Sunn ist, geliefert.

Aber nicht nur die Kenntniss der botanischen, sondern auch der geographischen Herkunft der vegetabilischen Rohstoffe ist zu berücksichtigen, da es für den Technologen doch von Wichtigkeit sein muss, die Bezugsquellen jener Materialien, welche er verarbeitet, zu kennen. Die floristische und pflanzengeographische Literatur bietet insofern die der Rohstofflehre dienlichen Daten, als sie sehr umfassende Beobachtungen über die Verbreitung der Nutzpflanzen enthält. Aber damit ist nicht alles gethan. Denn die Rohstoffe werden nicht überall dort gewonnen, wo dies möglich wäre: auch eignen sich die Nutzgewächse nicht überall zur Ausbeutung. Wie ausserordentlich ist zum Beispiel die Kokospalme in den Tropenländern verbreitet und dennoch liefern nur einzelne Gegenden Indiens und einige der umliegenden Inseln *Coïr* (Kokosnussfaser). Freilich darf nicht übersehen werden, dass *Cocos nucifera* in zahlreiche Varietäten zerfällt, von denen eben nur die Früchte einzelner sich zur Darstellung dieser Faser eignen. Wie bekannt kommt die Leinsaat der meisten flachsbauenden Länder der Erde aus den russischen Ostseeprovinzen, da die Erfahrung lehrte, dass die dort geernteten Leinsamen, auch wenn sie in warmen Gegenden gebaut werden, sehr bastreiche Flachspflanzen liefern, und dass ein durch Jahre hindurch in warmen Gegenden cultivirter Flachs auf Kosten der Bastmenge grosse Samenerträge abwirft. Die besten zur Oelgewinnung dienenden Leinsamen bringen hingegen jene Länder hervor, wo der Flachs gar nicht als Gespinnstpflanze, sondern eben nur der ölreichen Samen halber cultivirt wird, so z. B. Ostindien. Diese wenigen Beispiele werden genügen, um darzuthun, dass die Rohstofflehre die auf die geographische Herkunft der Rohstoffe bezüglichen Daten nicht ohne weiteres den floristischen und pflanzengeographischen Werken und Abhandlungen entnehmen kann; dass sie vielmehr hierin ihre specifischen Gesichtspuncte hat, von denen aus sie selbständig auf die Erwerbung des nöthigen Materiales Bedacht nehmen muss.

Die Gewinnungsweise der Rohstoffe darf in der Lehre von diesen Körpern nicht übergangen werden, nicht etwa bloss des grossen Interesses wegen, welches sich an diesen Gegenstand an und für sich knüpft, sondern, weil sich aus der Art der Abscheidung der Rohstoffe oft manche ihrer Eigenschaften erklären lassen, und hierdurch die Schaffung einer Characteristik und Physiographie der rohen Pflanzenstoffe ermöglicht oder doch wenigstens erleichtert wird. Es findet sich z. B. der Kautschuk im Handel nicht nur als weisser, sondern als verschieden gefärbter, meist braunschwarzer Körper vor. Es wäre gewiss mit Schwierigkeiten verbunden die Färbung des schwarzen Kautschuks zu

deuten, wenn man nicht wüsste, dass selbe durch künstliche Räucherung hervorgerufen wird. Die grosse Veränderlichkeit im Terpentinölgehalt der käuflichen Terpentine würde sich angesichts der Thatsache, dass alle aus der Pflanze frisch heraussickernden Terpentine stets sehr reich an flüchtigem Oel sind, nicht begreifen lassen, wenn man nicht wüsste, dass in einigen Gegenden höchst unvollkommene Terpentingewinnungsmethoden gehandhabt werden, bei deren Anwendung das Terpentinöl in verschwenderischer Weise preisgegeben wird, und dass manche Terpentine des Handels künstlich eines Theils ihres flüchtigen Oels beraubt werden. Die Eichenspiegelrinden des Handels sind nicht selten bei gleicher ursprünglicher Güte entweder sehr wohlerhalten, oder aber an vielen Stellen verletzt. Solche Rinden werden nicht mit Unrecht für gering gehalten, da sie erfahrungsgemäss minder gut die Häute gerben. Ein Einblick in die Gewinnung der Eichenspiegelrinde lehrt aber, dass, entweder wegen unpassender Wahl der Entrindungszeit oder weil die gefällten Eichenstämmchen zu lange liegen blieben, bis die Abschälung vorgenommen wurde, die Ablösung der Rinde nur schwer vorzunehmen ist und ohne Beklopfen mit Hämmern, Beilen u. s. w. gar nicht gelingt. Die so entstehenden Klopfwunden gefährden aber die Güte der Rinde, indem bei der mechanischen Verletzung auch lebende Gewebe zerrissen werden, deren Zellinhalte sich entweder spontan, oder durch die Einwirkung des atmosphärischen Sauerstoffes, oder durch Eindringen von Pilzen zersetzen.

Dass eine sehr genaue Vertrautheit mit den morphologischen Verhältnissen der Pflanze, die allerwichtigste Bedingung zur wissenschaftlichen Begründung der technischen Rohstofflehre des Pflanzenreiches bildet, braucht wohl nicht erst bewiesen zu werden. Es leuchtet wohl von selbst ein, dass man Blätter, Blüthen, Samen, Früchte u. s. w. kaum anders als botanisch, also mit den Hilfsmitteln der Botanik und vorzugsweise nach den Methoden der Morphologie der Pflanzen characterisiren und beschreiben könne. Und ebenso dürfte es Jedem einleuchten, dass die auf histologischer Grundlage fussende, mikroskopische Untersuchung, den geradezu wichtigsten Behelf für die Unterscheidung der Rohstoffe bildet. Denn nicht nur, dass als technische Rohwaaren auftretende Pflanzen und Pflanzentheile in einen oft sehr zerkleinerten, oder, allgemeiner gesagt, verändertem Zustande auftreten, in welchem sie sich der botanisch-systematischen Untersuchung völlig entziehen und nur durch ihre Gewebe, Zellen oder Zellinhaltsstoffe genügend characterisirt werden können; existiren zahlreiche, sehr wichtige rohe Pflanzenstoffe, welche ihrer Natur zufolge kaum eine andere als eine histologische Characteristik zulassen. Man denke nur an die in ihren Eigenschaften so verschiedenen Stärkesorten und Pflanzen-

fasern. Alle Versuche, diese Körper durch chemische Reactionen zu unterscheiden, scheiterten an ihrer fast völligen chemischen Gleichheit. Die Unterschiede der Stärke- und Fasersorten sind beinahe nur in ihren morphologischen Verhältnissen begründet, bei der Stärke in der Form, Grösse und im Baue der Körnchen, bei den Fasern in ihrer histologischen Zusammensetzung; es giebt also hier und bei vielen anderen Rohstoffgruppen voraussichtlich gar keinen anderen Weg, der mit Sicherheit zur Unterscheidung dieser äusserlich so gleichartigen Körper führen würde, als den der histologischen Characterisirung.

Die morphologisch-botanische Untersuchungsmethode kann aber nicht auf alle vegetabilischen Rohstoffe angewendet werden. Wenn sie für die organisirten, d. i. structurbesitzenden Pflanzenstoffe auch die einzige oder doch wichtigste ist; so erstreckt sich ihre Anwendbarkeit über die Körper dieser Kategorie kaum hinaus. Die Charcteristik der structurlosen Pflanzenstoffe, wie Gummiarten, Harze, Balsame, Kautschuk, Guttapercha und viele andere, hat von dieser Methode nur wenig zu erwarten. Indess ohne alle Bedeutung ist sie selbst für diese grosse Rohstoffgruppe nicht. Die meisten der genannten Körper sind nicht so gänzlich frei von aller organischen Structur, oder frei von organisirten Pflanzentheilen; als dass nicht auch an ihnen sich der Werth der Histologie für die Unterscheidung der Pflanzenstoffe erproben könnte. Die neuere Forschung hat gelehrt, dass manche Gummiarten, z. B. der Traganth, oder in noch ausgezeichneterer Weise das Moringagummi, nicht wie man früher vermuthete, blosse Ausschwitzungen der Pflanzenorgane sind, sondern dass sie durch chemische Metamorphose ganzer Gewebe entstehen. So kömmt es, dass die beiden genannten Gummiarten, und noch viele andere ähnliche vegetabilische Rohstoffe, Gewebsstructur besitzen, entweder klar ausgeprägt, oder nur eben erkennbar. Freilich hat diese Structur physiologisch keine Bedeutung, indem diese Bildungen nur Pseudomorphosen nach Geweben darstellen; aber für die Characteristik dieser Stoffe sind diese Bildungen von grossem Werthe. Sehr viele structurlose Pflanzenstoffe, wie Gummiarten, Harze u. s. w. enthalten Gewebsreste und Zellinhaltsstoffe aus den Stammpflanzen, deren morphologische Eigenthümlichkeiten in sehr zahlreichen Fällen nicht nur für die Characteristik dieser Körper verwendbar sind, sondern häufig auch auf die wahre Abstammung derselben geführt haben. Dass man sich in der Unterscheidung sowohl der structurlosen als auch der structurbesitzenden Pflanzenstoffe oft mit grossem Vortheile mikrochemischer Reactionen bedienen kann, wird der specielle Theil dies Buches genügend darlegen. Es sei darüber hier nur soviel erwähnt, dass man bei einem gründlichen Studium der Rohstoffe wohl immer bestrebt sein wird,

alle sich im Mikroskope als optisch unterscheidbar darstellenden Theile eines Objectes möglichst genau zu deuten, also in erster Linie über ihren stofflichen Character in's Klare zu kommen, was doch begreiflicherweise nicht anders als auf mikrochemischem Wege geschehen kann.

Die als structurlos angesehenen Rohstoffe des Pflanzenreiches haben meist ein so ausgesprochenes chemisches und physikalisches Gepräge, dass man einige ihrer Reactionen, ihre Dichte, Härte, ihre Löslichkeit im Wasser, Alkohol und anderen Flüssigkeiten, die Fällbarkeit ihrer Lösungen durch bestimmte Reagentien, ihr Molekulardrehungsvermögen in der Characteristik sehr gut verwerthen kann. Dennoch reichen die auf diese Weise ermittelten Eigenthümlichkeiten nicht immer zur genauen Unterscheidung aus. Zur Vervollständigung der Characteristik solcher Körper kann man sich der folgenden Mittel bedienen.

Viele Rohstoffe haben einen eigenthümlichen, oder mit dem Geruche und Geschmacke anderer, bekannter Körper vergleichbaren Geruch und Geschmack. Der Geschmack ist im Allgemeinen etwas sicherer als Merkmal als der Geruch, da geruchlose Substanzen häufig leicht Gerüche annehmen und so zu Täuschungen Veranlassung gegeben werden kann.

Farbe, Färbung, Durchsichtigkeit sind für unsere Zwecke nicht ganz zu unterschätzende Merkmale.

Die Prüfung ob ein Körper einfach oder doppeltlichtbrechend ist, oder doch, wie die meisten in Wasser löslichen Gummiarten, wie Kautschuk und einige andere Körper scheinbare Doppelbrechung im Polarisationsmikroskope erkennen lässt, ist in der Characteristik vieler Rohstoffe, wie die Folge zeigen wird, häufig von hohem Werthe; desgleichen die Prüfung, ob ein Körper, in bestimmten Flüssigkeiten vertheilt, keine, schwache oder starke Molekularbewegung zeigt.

Auch das Lichtbrechungsvermögen flüssiger Körper, durch das Mikroskop leicht zu ermitteln[1], oder fester Substanzen, durch Einlegen in Flüssigkeiten bestimmte Lichtbrechung, häufig sehr rasch festzustellen, bieten sehr gute Anhaltspuncte für die Characteristik dar.

Einer besonderen Aufmerksamkeit werth ist das mikroskopische Verhalten sogenannter structurloser Pflanzenstoffe. Fast immer erscheinen diese Körper dem freien Auge völlig gleichartig, und dennoch birgt sich unter diesem scheinbar homogenen Aussehen eine Mannigfaltigkeit von Gestaltverhältnissen, die ein mit derartigen Untersuchungen nicht Vertrauter kaum ahnen möchte. Es ist schon oben erwähnt worden, dass viele Gummiarten, Harze und andere ähnliche pflanz-

1) S. Wiesner, technische Mikroskopie. Wien, 1867. p. 189 ff.

liche Rohstoffe Structurverhältnisse darbieten, welche mit ihrer Entstehung im Zusammenhange stehen, oder organisirte Einschlüsse führen, welche sie den Organen jener Pflanzen, von denen sie abstammen, zu danken haben. Aber selbst abgesehen hiervon sind diese Körper nicht völlig gleichartig gebaut. Viele bergen eine grössere oder geringere Menge bestimmt geformter mikroskopischer Krystalle, manche darunter sind fast nur aus kleinen Kryställchen gebaut, die dem freien Auge und selbst der Betrachtung mit der Loupe entgehen. Eine Zusammensetzung aus mikroskopisch wahrnehmbaren, verschiedenartigen Körperchen gehört bei dieser Kategorie von Rohstoffen nicht zu den Seltenheiten. So besteht z. B. das Gummigutt aus einer homogenen gummiartigen Grundmasse und überaus kleinen, in ungemein grosser Menge darin eingestreuten Harzkügelchen. Die Asche vieler Rohstoffe des Pflanzenreiches, namentlich einiger Rinden, Hölzer und Fasern führt morphologisch bestimmte Einschlüsse, welche für die Characterisirung dieser Körper oft von entscheidender Wichtigkeit sind.

Manche in der Characteristik der Rohstoffe verwerthbare physikalische, chemische und auf mikroskopischem Wege zu ermittelnde Einzelnheiten, werden in den speciellen Theilen dieses Buches lehren, wie sich auch die verschiedenen naturwissenschaftlichen Untersuchungsmethoden zur Unterscheidung dieser Körper fruchtbringend verwerthen lassen. Aber schon die oben angeführten Beispiele und die bis jetzt erörterten Gesichtspuncte lehren deutlich, dass die botanische Forschungsmethode allerdings für eine wissenschaftliche Begründung der technischen Rohstofflehre des Pflanzenreichs unerlässlich nothwendig ist: dass dieselbe aber zur möglichst genauen Unterscheidung und Darlegung der Eigenschaften der pflanzlichen Rohstoffe nicht ausreicht, sondern auch die Handhabung anderer naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden hierzu erforderlich ist.

Auch werden schon die bis jetzt angestellten Betrachtungen die Vorstellung erwecken, dass es völlig unrichtig sei, wenn man, wie dies oft geschah, annähme, eine Rohstofflehre des Pflanzenreiches hätte keine Existenzberechtigung, oder läge doch in der Botanik selbst, so dass blosse botanische Kenntnisse, das Studium einer vegetabilischen Rohstofflehre überflüssig machen würden. Weit entfernt zu behaupten, dass die Rohstofflehre des Pflanzenreiches selbst eine besondere Wissenschaft bilde oder zu bilden berufen sei, fasse ich sie dennoch als eine selbständige, praktischen Zwecken gewidmete Lehre auf, gleich der Technologie im engern Sinne (Lehre von der mechanischen und chemischen Verarbeitung der Rohstoffe) der praktischen Geometrie, der Landwirthschaftslehre u. s. w., eine Lehre, welche ihre eigenen Ziele, nämlich eine möglichst genaue und allseitige Kenntniss der

vegetabilischen Rohstoffe anstrebt, wenn sie dieselbe auch nicht nach selbständigen, sondern nach anderen, den Naturwissenschaften entlehnten Methoden zu erreichen strebt.

Ich will nun versuchen, den heutigen Stand unserer Kenntnisse über die technisch verwendeten Rohstoffe des Pflanzenreiches darzulegen.

Es ist zu diesem Behufe vor allem andern nothwendig die Literatur der Waarenkunde durchzugehen, weil sich gerade dieser Wissenszweig die Aufgabe stellt, eine möglichst vollständige Kenntniss der Rohstoffe zu schaffen, und in Betreff der Kennzeichen, Eigenschaften, Herkunft dieser Körper andere praktische Wissenszweige wie Technologie, Forstwirthschaft, Landwirthschaft u. s. w. stets auf die Waarenkunde verweisen.

Die ersten Anfänge der Kenntnisse über Rohstoffe verlieren sich begreiflicher Weise weit zurück, da man gewiss schon sehr frühzeitig bestrebt sein musste, Holzarten, Steine, Fasern und andere Körper täglichen Gebrauches kennen und von andern ähnlichen unterscheiden zu lernen. Rohe empirische Kenntnisse eigener und fremder Gebrauchsgegenstände, zeigen sich schon im Aufkeimen der Cultur jedes Volkes.

Die Waarenkunde als selbständiger Wissenszweig konnte jedoch erst entsehen, nachdem der Handel sich ausbreitete, und Producte der verschiedensten Art, aus den verschiedensten Ländern dem Gewerbe und dem täglichen Gebrauche zuführte. Als jene grosse Zahl von Waaren, die man auch heute noch mit dem Ausdrucke der Colonialproducte belegt, in den Handel eintraten, sammelte man die verschiedenen Nachrichten über die Herkunft dieser Körper, die Erfahrungen über ihre Benutzung, die Namen, welche sie in den verschiedenen Ländern führten u. s. w.; es entstand die Waarenkunde.

Am genauesten lernte man mit dem Fortschreiten auf diesem Gebiete in allen diesen Beziehungen jene Handelskörper kennen, welche zu medizinischen Zwecken benutzt wurden; nicht so sehr deshalb, weil eine ungenügende Kenntniss derselben Verwechslungen zur Folge haben konnte, welche Leben und Gesundheit der Menschen hätten gefährden können, sondern vielmehr, weil sich mit diesen Stoffen Aerzte beschäftigten, welche damals gewiss viel genauere botanische Kenntnisse besassen, als die Gewerbetreibenden, denen doch zum mindesten die empirische Ermittelung der Kennzeichen und Eigenschaften der technisch verwendeten Rohstoffe zufiel. Dieses Missverhältniss im naturwissenschaftlichen Bildungsgrade jener Personen, welche naturgemäss die ersten praktischen Kenntnisse der Rohstoffe zu schaffen berufen waren, erklärt uns die jedenfalls sehr merkwürdige Erschei-

nung, dass die pharmaceutische Waarenkunde sich rasch entwickelte und alsbald als Pharmakognosie eine tiefe wissenschaftliche Begründung erfuhr, während der sich mit den gewerblichen Rohstoffen beschäftigende Theil der Waarenkunde, obgleich ausgedehnter und eine entschieden wichtigere Materie beherrschend, in unvergleichlicher Weise zurückblieb.

Den ersten Versuch, auch das Gebiet der gewerblichen Waaren gründlicher zu bearbeiten und durch Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden zum mindesten auf jene Höhe zu bringen, welche damals schon die pharmaceutische Waarenkunde einnahm, unternahm Beckmann[1]), welcher ausgezeichnete Technologe zweifellos als der Begründer der gewerblichen Waarenkunde anzusehen ist. Alle von ihm herrührenden Abhandlungen über gewerblich benutzte Waaren sind mit einer Gründlichkeit, mit einer so genauen Kenntniss der zu berücksichtigenden Literatur abgefasst, dass sie auch heute noch zu dem Besten zählen, was die technische Waarenkunde aufzuweisen hat. Vor allem verdient hervorgehoben zu werden, dass Beckmann alle jene, nicht gerade auf eigenen Beobachtungen beruhenden in seinen Arbeiten enhaltenen Angaben, auf Quellen zurückfrührte, was leider seine Nachfolger unterliessen. Durch Vernachlässigung der Literaturangaben verliert aber jede, ganz oder zum Theile auf fremden Beobachtungen und Erfahrungen beruhende Arbeit ihren Werth, weil die Angaben nicht controlirbar gemacht sind. Die Seichtheit der heutigen waarenkundlichen Literatur hat hauptsächlich in dieser verwerflichen Compilationsweise ihren Grund. Beckmann's Werk über Waarenkunde enthält eine Reihe lose zusammenhängender Abhandlungen über technische Waaren des Thier-, Pflanzen- und Mineralreiches. Nach seiner eigenen Aussage bearbeitete er die einzelnen Materien je nach der sich ihm darbietenden Gelegenheit; und wenn auch keines der von ihm beschriebenen Objecte für Handel und Industrie bedeutungslos gewesen ist, so sollte das Werk doch kein systematisch durchgearbeitetes, alle wichtigeren Waaren zur Sprache bringendes Ganze bilden. So wenig vollständig nun Beckmann's Werk über Waarenkunde selbst für die damalige Zeit auch war, so enthält es doch, ich möchte sagen in unsichtbaren Linien die Grundzüge der Waarenkunde: denn wenn man die in seinem Werke enthaltenen Abhandlungen genauer durchnimmt, so erkennt man, dass die Auswahl der abgehandelten Waaren so getroffen wurde, dass fast alle Typen darin ihre Vertretung fanden.

1) Vorbereitung zur Waarenkunde, oder zur Kenntniss der vornehmsten ausländischen Waaren von J. Beckmann, Hofrath u. Professor der ökonom. Wissenschaften zu Göttingen. Göttingen 1793. J. Beckmann wurde geb. 1739 und starb 1811.

Wenn man die Werke über Waarenkunde zur Hand nimmt und kritisch durchgeht, welche nach Beckmann's bahnbrechender Arbeit bis auf die heutige Zeit geschrieben wurden, so muss man erstaunt sein über die geringen Fortschritte, welche dieses Gebiet in einem so langen Zeitraume, in welchem die Methoden naturwissenschaftlicher Forschung eine so ausserordentliche Vervollkommnung erfuhren, machten. Die Zahl der Rohwaaren und Fabrikate, welche in diesen Werken zur Sprache kommen, ist zwar enorm herangewachsen. Man gehe nur die bekannten Schriften von Schedel, Hauke u. s. w. durch und beachte die grosse Reihe von Waaren, welche darin beschrieben werden, vergleiche aber ihren Inhalt mit Beckmann's Werke und wird gewiss bald zur Einsicht kommen, dass durch die neueren Schriften wohl der Umfang des Gebietes ausserordentlich gewonnen hat, nicht aber die Schärfe der Characteristik und die Genauigkeit der Herleitung der Waaren. Viele Angaben der genannten Werke lassen sich mit aller Bestimmtheit auf Beckmann's Arbeiten zurückführen. Doch lässt sich mit Leichtigkeit nachweisen, dass nicht alle Schriftsteller über Waarenkunde sich die Mühe nahmen, auf Beckmann's klassische Arbeit zurückzugehen, vielmehr schrieb jeder seinem unmittelbaren Vorgänger nach und fügte noch mancherlei, was er eben zufällig in der naturgeschichtlichen, chemischen oder technologischen Literatur und in Journalen fand, und das im nähern oder entferntern Zusammenhange mit der abzuhandelnden Materie stand, meist ohne Kritik, manchmal ohne näheres Verständniss, stets ohne Quellenangabe ab. Wichtige Angaben über Abstammung von Waaren, seit Decennien in den Floren der Tropenländer enthalten, vermisst man selbst in den neuesten Werken über Waarenkunde und begegnet immer und immer wieder den alten Irrthümern. Die in der Waarenkunde so fruchtbringende mikroskopische Untersuchungsmethode wird in den meisten Werken hierüber gänzlich vernachlässigt; einzelne Werke nehmen bei Stärke, Fasern, Holz allerdings einige mikroskopische Kennzeichen auf, aber der Werth dieser Daten ist wohl nicht hoch anzuschlagen, da diese Charactere durchweg ohne wissenschaftliche Deutung vorgetragen werden, und nicht selten fehlerhaft sind. Ein grosser Theil dessen, was die Bücher über Waarenkunde enthalten, hat gar keinen specifischen Werth, gehört nämlich gar nicht in diese Werke hinein. Ich meine die Beschreibung jener Pflanzen, welche Waaren liefern. Die Waarenkunde hat beispielsweise nicht die Aufgabe die Baumwollenpflanze, sondern die Baumwolle kennen zu lehren. Jeder, der sich für die technischen oder sonstigen Nutzpflanzen interessirt, wird in der so reichen botanischen Literatur hierüber genügende Aufschlüsse erlangen.

Ich glaube nicht den Vorwurf zu verdienen, die Literatur über

Waarenkunde ungerecht verurtheilt zu haben, wenn ich ihr die wissenschaftliche Begründung, und mithin auch den Werth für die Förderung der Rohstofflehre und der Technologie abspreche. Für den Kaufmann mag sie viel Belehrendes über Naturgeschichte und Technologie enthalten: ihm mögen die flüchtigen Beschreibungen der Waaren auch genügen, und die Angaben der Verwendungsarten willkommen sein. Einen wahren Nutzen für den wissenschaftlich gebildeten Techniker habe ich darin nicht erblicken können.

Die technologischen Werke und Abhandlungen stützen sich in dem die technisch verwendeten Rohwaaren betreffenden Theile freilich häufig auf die sehr oberflächlichen Daten der Waarenkunde: es ist aber nicht zu verkennen, dass die chemische Seite dieses Gegenstandes häufig sehr sachgemäss durchgeführt, auch der mikroskopischen Characteristik ein grösseres Feld eröffnet wurde[1]). Manche Rohstoffe, welche nicht Handelsproducte sind, und die deshalb die Waarenkunde nicht abhandelt, wie Runkelrübe, Zuckerrohr u. v. a. sind, weil die Nöthigung vorlag, sie von Grund auf zu beschreiben, häufig correct und dem heutigen Standpuncte der Naturwissenschaften ziemlich angepasst, bearbeitet. Aber so reich die gesammte Technologie an genauen wissenschaftlichen Begründungen von Fabrikationsprocessen ist, und wie sehr auch der maschinelle Theil einzelner Fabrikationszweige sich vervollkommnet hat: die Lehre vom Rohstoff bildet keineswegs die starke Seite der Technologie. Obwohl ich glaube, dass mir alle wichtigeren Werke über Technologie bekannt geworden sind, so habe ich darunter doch kein einziges gefunden, in welchen z. B. die für die textilen Gewerbe doch so wichtigen Pflanzenfasern auch nur in einer halbwegs genügenden Weise abgehandelt wären.

Ich gehe nun über zur Betrachtung der pharmakognostischen Literatur, um zu zeigen, welche Bereicherung hieraus der technischen Rohstofflehre des Pflanzenreiches erwächst.

Wie sonderbar es auf den ersten Blick auch erscheinen mag, so kann ich es doch nicht unterlassen, dem Gedanken Ausdruck zu geben, dass die Pharmakognosie, oder wie man die Lehre von den medicinisch benutzten Rohstoffen auch nannte, die pharmaceutische Waarenkunde, für die Kenntniss der technisch verwendeten Pflanzenstoffe mehr geleistet hat, als die gewerbliche Waarenkunde und die Technologie, und zwar aus zweierlei Gründen: erstens, weil viele der medicinisch benutzten Rohstoffe auch eine technische Verwendung finden, wie arabisches Gummi, Terpentin, Elemi, Mastix, Copaivabalsam, Catechu, Gambir, mehrere Stärkesorten, Eichenrinde und viele andere, die gründ-

1) S. z. B. Payen, Precis de Chimie industrielle. Cap. Stärke. Muspratt's Chemie Cap. Fasern u. s. w.

liche Bearbeitung, welche diese Körper durch die Forschungen der Pharmakognosten gefunden hat, nunmehr aber auch der Lehre von den technischen Rohstoffen zu gute kömmt; zweitens, weil die gründliche Bearbeitung, insbesondere die Characterisirung der medicinisch benutzten Droguen auch für die methodische Bearbeitung der technischen Rohstoffe ein wahrhaft nachahmenswerthes Vorbild darbietet. Die Beschreibung und Characterisirung der Chinarinden, wie sie von Weddel, Howard, H. Karsten durchgeführt wurde, mag dem Botaniker, welcher technisch verwendete Rinden bearbeiten will, lehren, wie man Rinden zu beschreiben habe, die von Schleiden, Berg und Anderen durchgeführten Beschreibungen officineller Wurzeln und Rhizome sind auch für die technische Rohstofflehre mustergiltig. Flückiger's Pharmakognosie des Pflanzenreiches, eine Zierde der Literatur der angewandten Naturwissenschaften, mag jeder, der das Verhältniss zwischen dem Geist der Pharmakognosie und dem der allgemeinen Waarenkunde kennen zu lernen wünscht, zur Hand nehmen und mit dem verhältnissmässig besten Werke über letztere vergleichen; ich halte mich fest überzeugt, dass er dem abfälligen Urtheile, welches ich über die Behandlung gewerblicher Waaren abgeben musste, nur zustimmen wird. Ich möchte nicht unerwähnt lassen, dass die Pharmakognosten häufig auch Substanzen beschrieben haben, die, wie Quillajarinde und manche andere, streng genommen, nicht in das Gebiet der medicinischen Droguenlehre gehören, oder, wie Kork, Kautschuk und manche andere, diesem Gebiete ziemlich fern stehen. Durch die Beschreibungen dieser Körper hat die technische Rohstofflehre des Pflanzenreiches eine unerwartete Bereicherung erfahren, die umsomehr Beachtung verdient, als all' die genannten Waaren in den Werken über allgemeine oder gewerbliche Waarenkunde und Technologie minder gründlich abgehandelt werden. Es versteht sich von selbst, dass die Bearbeitung jener medicinisch benutzten Droguen, welche, wie etwa die Chinarinde, nunmehr auch, allerdings wieder für therapeutische Zwecke, fabrikmässig verarbeitet werden und somit auch wichtige Gegenstände der technischen Rohstofflehre geworden sind, schon ohne Weiteres der letzteren zu gute kömmt. Ohne dass weitere Untersuchungen über diese Körper angestellt zu werden brauchen, kann der Schriftsteller über technische Rohstofflehre die Resultate der pharmaceutischen Forschung in seine Arbeiten aufnehmen und braucht aus dem reichen Materiale nur dasjenige auszuwählen, was für den Techniker wissenswerth ist.

Ich wende mich nun der botanischen Literatur zu, um zu zeigen, welche Ausbeute dieses grosse Gebiet der technischen Rohstofflehre des Pflanzenreiches gewährt.

Es ist wohl kaum nöthig, genauer zu erörtern, dass die pflanz-

liche Rohstofflehre von den Fortschritten der Botanik fast gänzlich abhängig ist, indem sie ja auf dieser Wissenschaft fusst. Es wurde schon oben erörtert, wie wichtig die Kenntniss jener Pflanzen, welche Materialien für unsere Gewerbe liefern, für die Rohstofflehre ist. Will man Pflanzentheile beschreiben, so müssen doch vorerst die Pflanzen selbst beschrieben sein. Die botanische Kenntniss der Nutzpflanzen ist als Hilfsmittel für die Rohstofflehre um so wichtiger, als die Antwort auf die Frage: was für ein vegetabilischer Rohstoff ist dieser oder jener fragliche Körper, sich nicht präciser, als durch Angabe der Pflanze und des Pflanzentheiles, von welchem er abstammt, geben lässt. Unsere ganze Kenntniss von diesen Rohstoffen hinge in der Luft und wäre nimmer zu einer exacten Lehre zu gestalten, wenn die Stammpflanzen systematisch nicht fixirt wären. Mit den Nutzpflanzen als solchen hat aber die Rohstofflehre nichts zu schaffen. Für letztere genügt es völlig, wenn die Pflanze, welcher ein Rohstoff entstammt, ausgemittelt ist. Sollte dennoch zur Lösung mancher Frage die Beschreibung einer Stammpflanze erwünscht sein, dann hat man sich hierin an die beschreibende Botanik zu wenden, welche hierüber gewiss die bestmöglichsten Auskünfte geben wird. Die Beschreibung von Nutzpflanzen ist in Werken über Waarenkunde und technische Rohstoffe, wie schon oben erwähnt wurde, gar nicht am Platze, und es wäre nur zu wünschen, dass die Lehr- und Handbücher über Waarenkunde, welche mit Beschreibungen dieser Gewächse überladen sind, sich dieser höchst überflüssigen Zuthat entäussern möchten.

Welche Wichtigkeit die durch die neueren Forschungen so ausgebildete Morphologie der Organe, Gewebe, Zellen und Zellinhaltsstoffe der Pflanzen, also die Anatomie und Histologie der Pflanzen, für die Characterisirung und Beschreibung der structurbesitzenden, zum Theil auch der für structurlos gehaltenen rohen Pflanzenstoffe besitzt, ist schon oben genügend erörtert worden. Nach dieser Richtung hat die Botanik der vegetabilischen Rohstofflehre ausserordentlich vorgearbeitet, so dass man sich wahrhaft wundern muss, in welch' geringem Umfange man bis jetzt von diesen Theilen der Botanik in der Lehre von den pflanzlichen Rohstoffen Gebrauch macht.

Die Botanik nützt der Rohstofflehre nicht nur indirect durch ihre Systematik und durch ihre Methode; sie bringt ihr auch einen Schatz von positiven Kenntnissen entgegen, nämlich Beobachtungen über Abstammung von Rohstoffen. Beinahe alles, was wir über die botanische Herleitung dieser Körper wissen, haben wir den Bemühungen der Botaniker zu danken. Freilich kann unmöglich verkannt werden, dass die Stammpflanzen der Medicinaldroguen bis jetzt genauer ausgemittelt wurden, als jene Gewächse, welche die Gewerbe mit Rohmaterialien

versorgen. Es liegt dies aber in den persönlichen Verhältnissen der Autoren. Die in fremden Ländern reisenden Botaniker waren bis nun zumeist Aerzte, oder doch Personen, deren Studiengang sie mehr mit den Bedürfnissen der Medicin als der Technik bekannt machte. Viele Florenwerke über jene gesegneten Länder, welche der europäischen Industrie wichtige Pflanzenstoffe zuführen, sind reich an Beobachtungen über die Abstammungen der letzteren. Manche Autoren dieser Werke mit weitem, über die einfache Beschreibung der Pflanzen hinausgehendem Blick haben durch ihre Beobachtung auch die Pflanzengeographie und andere Zweige der Botanik gefördert; und gerade bei diesen Autoren, denen auch die Culturgeschichte vielfache Bereicherung verdankt, findet man sehr werthvolle Aufzeichnungen über die Abstammung von technisch verwendeten Pflanzenstoffen. Bekannt dürfte es sein, dass die berühmten Reisewerke Humboldt's und Bonpland's manche Aufklärung in dieser Richtung enthalten. Von älteren floristischen Arbeiten, welche reich an Angaben über technische Nutzgewächse sind, hebe ich nur die wichtigen Werke Loureiro's, Thunberg's, Aublet's, Rumphius', Pallas', von späteren und neueren die Werke und Abhandlungen von Roxburgh, Martius, Royle, Miquel, Junghuhn, Schweinfurth hervor, zahlreicher anderer hier nicht zu gedenken, über deren Leistungen für die botanische Herleitung der Rohstoffe der specielle Theil dieses Buches genügend berichten wird. Alle jene Floristen, welche Aufklärungen über diesen wichtigen Gegenstand gegeben haben, bereicherten die Kenntniss der Rohstoffe mit Angaben über die Gewinnungsweise derselben. Wenn man die in den berührten Werken enthaltenen Daten über Abstammung und Gewinnung der technischen Rohstoffe des Pflanzenreichs mit dem vergleicht, was die Schriftsteller über allgemeine Waarenkunde in den den gewerblichen Waaren gewidmeten Theilen hierüber bringen, so gelangt man zu der Ueberzeugung, dass sich unter ihnen kein einziger fand, der sich die Mühe gegeben hätte, die botanische Literatur für die Waarenkunde nutzbar zu machen.

Ich möchte an dieser Stelle nicht unerwähnt lassen, dass zahlreiche floristische Werke und Abhandlungen über Länder, welche der Industrie viele und wichtige Rohstoffe liefern, existiren, welche in Bezug auf Abstammung und Gewinnung dieser Körper leider nichts enthalten. Ich erwähne dies um die vielen Lücken, welche in den speciellen Theilen dieses Buches sich in dieser Beziehung vorfinden werden, zu erklären. Ich habe freilich so viel es in meinen Kräften stand getrachtet, das zur Ermittelung der Abstammung nöthige botanische Material aus zuverlässigen Händen zu erhalten, authentische Berichte über die Gewinnungsweise vieler Rohstoffe zu erlangen; allein ich

habe trotz vieler Bemühungen doch nur wenig erhalten und wenig in Erfahrung gebracht, so dass ich zur Förderung unserer Kenntnisse in dieser Richtung nur kleine Beiträge zu liefern vermochte.

Eine grosse Bereicherung erfährt unsere Lehre durch die ausgedehnten und häufig sehr gründlichen, freilich noch nicht lange auf alle Rohstoffe des Pflanzenreichs ausgedehnten Untersuchungen der Chemiker, durch welche wir nicht nur mit der beiläufigen chemischen Zusammensetzung vieler rohen Pflanzenstoffe bekannt wurden, sondern auch sehr viele, wichtige Aufschlüsse über den chemischen Character und über die Constitution der chemischen Individuen erhielten, welche integrirende Bestandtheile jener Rohstoffe bilden, oder um derenthalben wir letztere in der Industrie benutzen. Es wäre wohl überflüssig an dieser Stelle anzugeben, welche Rohstoffgruppen in chemischer Beziehung genau, welche minder genau bekannt sind. Es wird wohl jeder nur einigermassen mit dem heutigen Stande der Chemie Vertraute wissen, wie genau beispielsweise die Fette gegenüber den Harzen und Gummiharzen chemisch gekannt sind, dass die chemische Zusammensetzung der Pflanzengewebe und mithin auch die structurbesitzenden pflanzlichen Rohstoffe nur sehr unvollständig erforscht ist. Jedes der folgenden Capitel wird lehren, wie viel die Chemie für die Rohstofflehre des Pflanzenreiches bereits geleistet hat, freilich aber auch die Lücken aufweisen, deren Ausfüllung der Zukunft überlassen bleibt.

Es dürfte nicht überflüssig sein an dieser Stelle zu bemerken, dass die Rohstofflehre des Pflanzenreiches eine allseitige, genaue Kenntniss der chemischen Beschaffenheit jedes einzelnen Rohstoffes nicht anstrebt, und die Lösung dieser wahrhaft grossen Aufgabe von der Chemie nicht erhofft; wohl aber muss ihr jede Bereicherung, welche die Chemie der Rohstoffe erfährt, willkommen sein, weil sich auf diese Weise die Mittel, welche in der Characterisirung und Beschreibung der Rohstoffe verwerthbar sind, nur vermehren.

Ich will nun die Aufmerksamkeit auf jene Botaniker lenken, welche das ganze Gebiet der pflanzlichen Rohstofflehre systematisch zu bearbeiten strebten. Wenn ich von kleinen populären Schriften einzelner Botaniker absehe, welche Beschreibungen und Zusammenstellungen von technischen Pflanzenstoffen geben, die sich über die gewöhnliche Literatur der Waarenkunde nicht erheben, so habe ich meines Wissens in dieser Richtung blos drei Männer zu nennen, nämlich Gleditsch, Böhmer und Duchesne. Gleditsch, bekanntlich ein ausgezeichneter Botaniker des vorigen Jahrhunderts, hat nebst mehreren Arbeiten über gewerbliche Benutzung von Pflanzen auch eine für die damalige Zeit sehr vollständige Zusammenstellung aller gewerblich

und medicinisch benutzten Gewächse gegeben. Eine viel ausgedehntere Arbeit über die technischen Rohstoffe des Pflanzenreiches verdanken wir einem jüngeren Zeitgenossen Gleditsch's, dem ebenfalls bekannten und geschätzten Botaniker Georg Rudolph Böhmer, welcher in seiner technischen Geschichte der Pflanzen[1]) ein die damalige botanische und technische Literatur vollständig beherrschendes, für die Waarenkunde gleich epochemachende Werk lieferte, wie Beckmann's oben genannte Reihe von Abhandlungen. Böhmer ist der einzige Botaniker, welcher den Forderungen der Technologie durch Bearbeitung des gesammten vegetabilischen in den Gewerben benutzten Rohstoffes vollkommen gerecht wurde. Das bezeichnete Werk wird in der Rohstofflehre des Pflanzenreiches immer in erster Linie genannt werden müssen, als bleibendes Denkmal dafür, dass schon frühzeitig ein Botaniker die Wichtigkeit einer selbständigen Bearbeitung dieser Materie erkannte und in einer dem damaligen Standpuncte der Pflanzenkunde vollständig entsprechenden Weise durchführte. Während ich die Literatur der Waarenkunde für meine Arbeiten nicht nutzbar zu machen vermochte, hat mir Böhmer's meisterhafte und sorgfältige, nunmehr gänzlich in Vergessenheit gerathene Arbeit reichen Nutzen gewährt, und wenn auch im Verlaufe der letzten achtzig Jahre die der Industrie zugeführten Rohstoffe des Pflanzenreiches sich sehr vermehrten und sich auch die Methode der morphologischen Untersuchung in einer Weise vervollkommnete, wie sie Böhmer kaum ahnen konnte, so gab mir doch das Studium seines Werkes viele Anhaltspuncte zu weiteren Nachforschungen, sowohl was die Abstammung als Characteristik und Physiographie der Rohstoffe betrifft. Böhmer führt beispielsweise mehr als fünfzig verschiedene Pflanzenfasern auf, darunter mehrere, welche in neuerer Zeit für die europäische Industrie von grosser Bedeutung geworden sind und dennoch in den meisten Büchern über Waarenkunde entweder ganz unberücksichtigt gelassen oder kaum flüchtig berührt werden. Abstammung und Gewinnung sind sehr gründlich abgehandelt, die Beschreibungen dieser Fasern hingegen sind nur mangelhaft, woran aber nicht Böhmer sondern der damalige noch sehr niedere Stand der histologischen und mikroskopischen Forschung die Schuld trägt. — Duchesne hat in seinem schätzenswerthen Werke: Repertoire des plantes utiles et des plantes vénéneuses du globe[2]) die bis jetzt vollständigste Uebersicht aller irgendwie nützlichen Gewächse gegeben. Im grossen Ganzen genommen ist auch die von ihm durchgeführte Aufzählung der technisch wichtigen Pflanzen das Vollständigste,

1) Leipzig 1794. 2 Bde.

2) Nouvelle édit. Bruxelles 1846. Diesem Werke steht im Plane und in der Ausführung sehr nahe Rosenthal's Synopsis plantarum diaphoricarum. Erlangen 1862.

was die Literatur bis dahin in dieser Beziehung aufzuweisen hat. Gewöhnlich begnügt sich dieser Autor mit Nennung des französischen und wissenschaftlichen Namens der Nutzpflanzen, mit der Aufführung der wichtigsten Synonymen, der Heimath, der Pflanzentheile, welche eine Benutzung finden, und welcher Art letztere ist. Sehr bedauerlich ist es, dass Duchesne's grosse und mühevolle Arbeit keine Literaturangaben enthält, wodurch der Werth des Buches wesentlich verringert wurde.

Da durch den Feldbau und den Forstbetrieb der Industrie viele Rohstoffe zugeführt werden, so leuchtet ein, dass die land- und forstwirthschaftliche Literatur manche werthvolle Date auch für die technische Rohstofflehre des Pflanzenreiches enthält und letztere von dieser Seite noch manche Bereicherung zu erwarten hat.

Nachdem ich nun eine kurze Uebersicht über alle jene Wissensgebiete gegeben habe, welche voraussichtlich Materiale für eine zu schaffende Lehre von den technisch verwendeten rohen Pflanzenstoffen zu bieten vermögen, und in wenigen Strichen versuchte, die Leistungen dieser Wissenszweige hierfür darzulegen, wende ich mich nun der Besprechung der die vegetabilische Rohstofflehre betreffenden monographischen Arbeiten zu. Ich sehe hier von jenen Monographien ab, welche vom Standpuncte des Pharmakognosten aus geschrieben wurden, wie z. B. die grossen Arbeiten über Chinarinde, wenn selbe nunmehr durch den Umschwung der Industrie auch für den Techniker Bedeutung gewonnen haben.

Je reicher die Literatur eines wissenschaftlichen Gebietes an monographischen Arbeiten ist, als desto höher stehend kann es wohl im Allgemeinen angesehen werden. Denn wenn die Monographien auch nicht Zweck der einzelnen Wissenschaften sind, so sind sie doch die besten Mittel zu ihrer Begründung und Vertiefung. Es wäre wohl überflüssig des näheren auseinander zu setzen, wie sehr die Erforschung eines bestimmten Gegenstandes oder eine Gruppe nahverwandter Objecte gewinnt, wenn sich alle geistigen Kräfte eines Mannes auf dieselben concentriren, und man im Sammeln, Beobachten oder Experimentiren hierüber bis an die äussersten Grenzen gekommen ist, wie dies ja bei monographischen Arbeiten geschieht. Bei der geringen Kenntniss, die wir nach obiger Darlegung über die Rohstoffe des Pflanzenreichs, namentlich in Bezug auf ihre Kennzeichen und Eigenschaften besitzen, wird der Leser an dieser Stelle wohl kaum die Aufzählung vieler und gediegener Monographien über unsern Gegenstand erwarten. Und so verhält es sich in der That. Einige kleinere monographische Studien von geringer Wichtigkeit abgerechnet, deren im speciellen Theile dieses Buches indess Erwähnung gethan werden

soll, habe ich nur wenige einschlägige Monographien, und zwar über Fasern, Farbstoffe, Harze und Holz in der Literatur aufgefunden.

Eine höchst wichtige Arbeit über die indischen Pflanzenfasern verdanken wir dem ausgezeichneten Botaniker Royle. Welcher reiche Schatz von Beobachtungen über Abstammung, Gewinnung und Eigenschaften indischer Faserstoffe darin enthalten ist, wird eines der Kapitel des vorliegenden Werkes zur Genüge darthun. Leider ist Royle in dieser seiner grossen verdienstlichen Arbeit auf die doch so wichtige Characteristik der Pflanzenfasern nicht eingegangen. Auch Squier's in diesem Buche mehrfach genannte Schrift über die tropischen Fasern ist ebenfalls als eine Bereicherung unserer Literatur anzusehen, wenn sie auch gegen Royle's Buch, sowohl was Umfang als Gründlichkeit der Bearbeitung anlangt, zurücksteht. Schacht's bekanntes, von technologischen Schriftstellern so häufig benutztes, der Erkennung der Gespinnstfasern gewidmetes Buch, obwohl von einem so kenntnissreichen und auf dem Gebiete der Pflanzenanotomie so thätig gewesenen Botaniker herrührend, ist leider so flüchtig niedergeschrieben, dass es seiner vielen Mängel und Irrthümer halber nur einen sehr untergeordneten Rang einnimmt, wie hoch man auch seinen Werth angeschlagen haben mochte. Ich selbst habe einzelne Partien des Capitels über die Pflanzenfasern mit monographischer Ausführlichkeit zu bearbeiten versucht[1]).

Ueber Pflanzenfarbstoffe existiren zahlreiche ältere monographische Arbeiten[2]); sie wurden jedoch alle von Bancroft's in der Geschichte der Färberei epochemachendem Werke[3]) in einer Weise überholt, dass sie einen Vergleich mit dieser umfangreichen und gründlichen Bearbeitung der in der Färberei benutzten Rohstoffe nicht auszuhalten vermögen. Bancroft's Werk bespricht nicht nur jene Farbmaterialien, deren Einführung in die Färberei dem Autor selbst zu danken ist, wie z. B. die für die Industrie so bedeutungsvoll gewordene Quercitronrinde, sondern alle andern bis dahin bekannt gewordenen Rohstoffe für die Färberei; und es darf einen um so höheren Werth beanspruchen, als es mit sehr gewissenhafter Benutzung der vorhandenen Literatur abgefasst ist, alle von fremden Autoren herrührenden Daten auf Quellen zurückgeführt sind, und als der Verfasser auf sei-

---

1) Untersuchungen, ausgeführt im Laboratorium für Mikroskopie und technische Waarenkunde am k. k. polytechn. Institute in Wien. Stuttgart 1872. — Beiträge zur Kenntniss der indischen Pflanzenfasern etc. Sitzungsberichte der Wiener Akademie 1869.

2) S. Böhmer l. c. II. p. 1 ff.

3) Untersuchungen über die Natur der beständigen Farben (Neues englisches Färbebuch). Deutsch von Buchner, Kurrer und Dingler. Nürnberg 1817—1818.

nen grossen Reisen vielfach Gelegenheit hatte, Beobachtungen über Abstammung und Gewinnungsweise der abgehandelten Rohstoffe anzustellen.

Die technisch verwendeten Gummiarten, Harze und Balsame habe ich in einer besonderen Monographie [1]) abgehandelt, welche im Auszuge, aber mit vielen Vervollständigungen, die sich seit der Zeit des Erscheinens jenes Buches ergeben haben, versehen, in den zwei ersten Capiteln dieses Buches mitgetheilt werden wird.

Ueber jenes grosse und wichtige Capitel der technischen Rohstofflehre, welches sich mit dem Holze beschäftigt, existiren zahlreiche monographische Arbeiten, welche von Botanikern, Forsttechnikern und Physikern herrühren und je nach der Forschungsrichtung der Autoren einen sehr verschiedenen Character an sich tragen. Die bedeutungsvollsten einschlägigen Monographien sind Du Hamel's auch in die deutsche Sprache übertragene Naturgeschichte der Bäume, Chevandier's und Werthheim's berühmte Arbeit über die physikalischen Eigenschaften der Holzarten und Nördlinger's bekanntes ausgezeichnete Buch über die technischen Eigenschaften der Hölzer. Ueber die, voraussichtlich für die Unterscheidung der Holzarten das denkbar Sicherste leistende morphologische Characteristik existirt leider keine besondere monographische Arbeit, wenn auch über einige Hölzer sehr gründliche mikroskopische Untersuchungen vorliegen und auch die Anatomie des Holzes, vom rein wissenschaftlichen Standpuncte aus, so weit fortgeschritten ist, dass ich in einem der nachfolgenden Capitel dieses Buches immerhin den Versuch einer Characteristik der wichtigsten Farb-, Kunst- und Werkhölzer unternehmen konnte.

Der kurze Ueberblick, welchen ich in vorstehenden Zeilen über unsere bisherigen, die technischen Rohstoffe des Pflanzenreichs betreffenden Kenntnisse gegeben habe, zeigt, dass einzelne Materien allerdings schon sehr gründlich bearbeitet sind, dass sich aber auf dem ganzen Gebiete und zwar nach jeder der oben angegebenen Richtungen grosse Lücken vorfinden, dass namentlich die Darlegung der Eigenschaften der Rohstoffe noch sehr wenig gediehen ist und die exacte Characteristik derselben sich noch in den Anfängen befindet.

Im vorliegenden Werke habe ich mir die Aufgabe gestellt, unsere bisherigen Kenntnisse über Abstammung, Gewinnung, Characteristik und über die Eigenschaften der technisch verwendeten Rohstoffe des Pflanzenreichs quellenmässig und mit möglichster Vollständigkeit darzulegen und so weit es meine Kräfte und das mir zu Gebote stehende

---

1) Die technisch verwendeten Gummiarten, Harze und Balsame. Erlangen 1869.

Untersuchungsmaterial erlaubten, zu vervollständigen. Ich legte mir hierbei die, wie ich glaube dem Buche nur zu gute kommende Beschränkung auf, nur die für die Industrie wichtig gewordenen vegetabilischen Rohstoffe und von den minder wichtigen und vielleicht erst in der Folge bedeutungsvoll werdenden bloss jene zu bearbeiten, welche mir in morphologischen oder in sonstigen Beziehungen typisch erschienen. Da es wohl die Kräfte eines einzelnen Mannes nicht erlauben, alle gegenwärtig in den Gewerben benutzten vegetabilischen Rohstoffe dem heutigen Standpuncte der Naturwissenschaft gemäss zu bearbeiten, so wird man wohl von einem Einzelnen eine solche Leistung auch nicht erwarten oder gar verlangen. Um aber dennoch wenigstens einigermassen die Forderung, welche die Technologie an den Botaniker zu stellen berechtigt ist, ein Werk zu schaffen, welches alle technisch verwendeten Rohstoffe des Pflanzenreiches umschliesst, zu entsprechen, habe ich keine Mühe gescheut, systematisch geordnete Uebersichten aller mir bekannt gewordenen gewerblich benutzten rohen Pflanzenstoffe zusammenzustellen, aus welchen die botanische und geographische Herkunft jedes Rohstoffes, und der Pflanzentheil, welchem er entstammt, ersichtlich ist. Jedem dieser Rohstoffe habe ich die mir über ihn bekannt gewordene vollständige oder wichtigere Literatur angefügt. Jene in der Uebersicht enthaltenen Daten über Rohstoffe, welchen keine Quellenangaben beigefügt sind, stützen sich, soferne sie nicht allgemein bekannt sind, auf eigene Beobachtungen oder Erkundigungen. Der speciellen Abhandlung der in natürlichen Gruppen zusammengefassten Rohstoffe (Harze, Fasern, Rinden u. s. w.) gehen diese Uebersichten unmittelbar voran.

Ich gehe nun daran, einige einleitende Bemerkungen über die Pflanzen und Pflanzentheile, welche uns Rohstoffe für die Gewerbe liefern, dem speciellen Theile dieses Buches vorauszuschicken. Man erwarte an dieser Stelle keine systematische Uebersicht über das Gewächsreich, über die geographische Verbreitung und über die morphologischen Verhältnisse der Pflanzen. Die Elemente der Systematik, Pflanzengeographie und Morphologie der Pflanzen muss ich wohl bei dem Leser voraussetzen. Sollte er diese Kenntnisse nicht besitzen, so wird er sich wohl durch die vorhandenen literarischen Hülfsmittel der Botanik in den Stand setzen können, solche zu erwerben. Die hier folgenden Mittheilungen haben bloss den Zweck einige allgemeine Gesichtspuncte über die Verbreitung der technischen Nutzpflanzen, über die natürlichen Pflanzenfamilien, denen letztere angehören und über die in der Natur der Pflanze gelegene Verwendung für unsere Bedürfnisse, zu gewähren. Genauere Orientirungen hierüber werde ich in jedem der folgenden Capitel den Abhandlungen über die Rohstoffe voranschicken.

Obschon alle Gegenden des Erde, welche eine Vegetation hervorbringen, dem Menschen nützliche Stoffe liefern, so ist doch die Masse und der innere Werth dieser Körper, je nach den klimatischen Verhältnissen ein höchst ungleicher. Die ausserordentlich üppige Vegetation der warmen Länder bringt auch die grösste Menge von pflanzlichen Rohstoffen für unsere Gewerbe hervor. Mit dem Fortschritte der Cultur werden diese reichsten Quellen des Rohstoffes der Industrie immer mehr und mehr nutzbar gemacht. Die Acclimatisation jener so eminent nützlichen Gewächse der tropischen und subtropischen Zone in unsern Gegenden hat der Industrie fast gar keinen Nutzen gebracht, da es wohl gelingt, viele dieser Pflanzen bei uns einzubürgern, aber durch die Uebertragung in ein ihnen wenig zusagendes Klima verlieren sie ihren üppigen Wuchs und jene Stoffe, welche uns Nutzen gewähren, um derenthalben wir sie unserer Landwirthschaft unterwürfig machen möchten, werden nur in geringen der Auswerthung nicht werthen Mengen geliefert. Die in unseren Gegenden cultivirte Batate enthält nur sehr wenig Stärke, die in wärmeren Gegenden Europa's aufgebrachten Indigopflanzen lieferten fast keinen Indigo, die vielfach angeregte Cultur der Ramie- und Jutepflanzen verspricht gar keinen Erfolg und selbst die europäischen Baumwollenpflanzungen mit Ausnahme der türkischen, weisen fast gar kein praktisches Resultat auf. Nicht die Acclimatisation dieser Gewächse bei uns, sondern die Fortschritte im Handel und Verkehr, welche die Naturschätze der entlegensten Gegenden uns zuführen, machen die Reichthümer der tropischen Pflanzenwelt der Industrie dienstbar. Schon jetzt führen jene fernen Länder unsern Fabriken eine solche Unmasse von vegetabilischen Rohstoffen zu, dass unsere Industrie in's Stocken geriethe, wenn diese so segensreiche Zufuhr plötzlich unterbliebe. Der Indigo Ostindiens und anderer Tropenländer hat die in verflossenen Jahrhunderten in Deutchland so blühende Waidindustrie fast vernichtet, die Baumwolle der warmen Länder ist nicht nur zum wichtigsten Gespinnststoff aller Culturländer, sondern zur wichtigsten Handelswaare geworden: und so liessen sich noch zahlreiche Beispiele zur Erhärtung der wichtigen Thatsache beibringen: dass, wie sich die Industrie in den Ländern der gemässigten Zone immer weiter ausbreitet und vervollkommnet, die an organischen Hervorbringungen ungleich gesegneteren warmen Länder der Erde mit dem Fortschritte der Cultur und Civilisation immer mehr und mehr dazu beitragen, die Industrie mit den wichtigsten Rohstoffen zu versorgen[1].

---

1) Weitere Ausführungen hierüber s. Wiesner: Die Jute, in: Ausland. 1869. No. 35.

Der Verallgemeinerung werth ist die lange Reihe von Wahrnehmungen über den Zusammenhang zwischen der Hervorbringung bestimmter Rohstoffe und dem botanischen Character der dieselben liefernden Stammpflanzen. Bekannt ist es, dass nur bestimmten Pflanzenfamilien baumartige Gewächse angehören und mithin nur Pflanzen dieser Familien Holz liefern. Ebenso bekannt ist es, dass die Harz liefernden Gewächse nur wenigen natürlichen Familien angehören, von denen die *Papilionaceen*, *Amyrideen*, *Euphorbiaceen*, *Dipterocarpeen*, *Umbelliferen* und *Coniferen* die wichtigsten sind. Derselbe Nachweis lässt sich fast für alle Rohstoffgruppen liefern, und sie findet theils in einer gewissen Uebereinstimmung im chemischen Character, theils in der anatomischen Aehnlichkeit botanisch ähnlicher Pflanzenformen ihre genügende Erklärung. Wir sehen wie der Kautschuk, die Guttapercha, die bassorinreichen, cerasinreichen, arabinreichen Gummiarten und viele andere Rohstoffe sich nur auf verhältnissmässig wenige, im grossen Ganzen betrachtet, entweder systematisch sich ziemlich nahestehende oder nur wenigen botanischen Typen angehörige Stammpflanzen zurückführen lassen, und selbst das grosse Heer von Gespinnstpflanzen sich eigentlich auf verhältnissmässig wenige Familien reducirt. Gewisse Pflanzenstoffe weisen allerdings eine ausserordentlich grosse Verbreitung im Pflanzenreiche auf, wie die Stärke, die Fette, und die Möglichkeit selbe aus den zahlreichen und höchst verschiedenen Pflanzen darzustellen, ist allerdings vorhanden; nichts desto weniger hát die Erfahrung doch gelehrt, dass sich nur verhältnissmässig wenige darunter zur praktischen Ausnutzung eignen und wieder zeigt sich die Erscheinung, dass es die Pflanzen bestimmter Familien sind, denen diese Eignung zukömmt.

Wenn wir einen Blick auf die anatomische Zusammensetzung der Pflanzen werfen und von den so überaus einfach gebauten Pilzen, Flechten und Algen absehen, so tritt uns bekanntlich die Thatsache entgegen, dass alle Organe dieser Pflanzen eine grosse Uebereinstimmung im histologischen Baue erkennen lassen. Wir sehen, dass jedes ihrer Organe von einem Hautgewebe umschlossen ist, welches zumeist in Form eines Gewebes von selten mehr als Zelldicke, nämlich als Oberhaut auftritt, dass ferner ein meist parenchymatisches Grundgewebe vorhanden ist, in welchem die vorwiegend aus fibrösen Elementen zusammengesetzten Gefässbündel (Fibrorasalstränge) eingebettet sind. Obgleich sich die Oberhaut von vielen Pflanzentheilen gut ablösen lässt, so hat sie fast keinerlei Benutzung gefunden. Die geringe Festigkeit in Folge ihrer oft ausserordentlichen Dünnheit, ist wohl die Ursache, dass sie nicht zu gewissen mechanischen Zwecken benutzt werden kann, und die Geringfügigkeit ihrer Masse bringt es mit sich, dass man nicht versuchte, ihre Substanz auszunutzen, wozu

indess ihr sehr einförmiger, chemischer Character auch wenig Gelegenheit gegeben hätte. Die Verwendung der Oberhaut beschränkt sich fast nur darauf, dass manche Stengel oder Blätter mit sehr scharfer, kieselsäurereicher Oberhaut zum Poliren und zum Scheuern verschiedener Metallgeräthe Verwendung finden, so bei uns die Stengel von *Equisetum arvense L.* und *E. hiemale L.*, auf Ceylon die Blätter von *Delima sarmentosa L.*, in Japan die Blätter von *Deutzia scabra Thunb.* und *Prunus aspera Thunb.*, in Cochinchina die Blätter von *Ficus politoria Lour.* Dass gleich dem Parenchym mancher zum Färben benutzter Blumenblätter häufig auch deren Oberhaut Farbstoffe führt und so Material für die Farbstoffgewinnung abgiebt, ist kaum der Erwähnung werth. Von anderen Hautgeweben wäre nur anzuführen, dass das Periderm einiger wenigen baumartigen Gewächse in seiner Ausbildung als Kork technisch verwendet wird. Die mit subepidermalem Gewebe zu complicirter gebauten Hautgewebe combinirte Oberhaut findet ebensowenig als Borke eine gewerbliche Anwendung. — Das Grundgewebe der Pflanzen wird nur in seltenen Fällen zu mechanischen Arbeiten verwendet, wenn es nämlich ganz und gar einen sklerenchymatischen Character an sich trägt und voluminöse dichte Massen bildet. So verwendet man das dichte Sameneiweiss von *Phytelephas (Elephantusia) macrocarpa Ruiz et Pav.* als vegetabilisches Elfenbein, das Sameneiweiss mehrerer Palmen unter den verschiedensten Namen zu Dreharbeiten aller Art. Auch die vorwiegend aus sklerenchymatischem Grundgewebe bestehenden Steinschalen vieler Früchte und Samen finden eine ähnliche Verwendung. Parenchymatisches Grundgewebe findet nur in seltenen Fällen eine Benutzung, z. B. das Mark einiger Agaven als Ersatzmittel für Kork. Das Grundgewebe der Pflanzenorgane ist aber durch einen sehr mannigfaltigen chemischen Character ausgezeichnet, und fast alle die zahlreichen Pflanzenstoffe, welche uns die Chemie kennen lernte, haben dort ihren Sitz. Hier finden sich die vegetabilischen Fette, die ätherischen Oele, Stärke, Zucker, die meisten Farbstoffe u. s. w. aufgespeichert. Das Grundgewebe der Pflanzenorgane, also das Mark der Stämme, das Fleisch der Früchte und Wurzeln, das markige oder saftige Gewebe der Blätter, das Parenchymgewebe der Samen u. s. w. wird vorwiegend chemisch ausgenutzt. Gerade umgekehrt verhält sich das Gefässbündelgewebe, welches nur in seltenen Fällen chemisch benutzbar ist und in der Regel nur zu mechanischen Zwecken dient. Wohl haben die Farbstoffe der Farbhölzer in der Wand der Holzzellen ihren Sitz, es dient hier also das Holz zur Gewinnung von Farbstoffen. Es sind dies aber nur Ausnahmen, denen sich nur wenige ähnliche Fälle anreihen lassen; denn die Farbstoffe, Gerbstoffe und andere Substanzen, die wir aus

Rinden und selbst aus deren Basttheilen darstellen, kommen hier nicht in Betracht, indem alle diese nutzbaren Stoffe in den parenchymatischen Antheilen dieser Gewebe und Gewebsgruppen enthalten sind. Der Basttheil vieler dicotyler Gewächse dient theils als solcher als Flecht- und Bindematerial oder zur Herstellung von Matten, theils durch Zerlegung in mehr oder minder feine Fasern als Gespinnststoff. Der Holztheil dicotyler Bäume und Sträucher liefert das Holz, welches ja bekanntlich vorwiegend zu mechanischen Zwecken verarbeitet wird. Das ganze Gefässbündel der Blätter oder Stengel vieler monocotyler Pflanzen liefert ebenfalls mannigfaltig benutzte Fasern, die sich aber im Allgemeinen mehr zu Seilerarbeiten als zur Herstellung von Gespinnsten und Geweben eignet. Sehr bemerkenswerth bleibt es, dass unter den zahlreichen, häufig in grosser Menge und genügender Länge zu erhaltenden Pflanzenhaaren, welche vom histologischen Standpuncte aus betrachtet der Oberhaut zuzuzählen sind, nur ein einziges existirt, welches allen jenen Anforderungen entspricht, die man an eine Gespinnstfaser stellt, nämlich die Baumwolle, welche bekanntlich an Wichtigkeit alle anderen Spinnstoffe, die uns das Pflanzen- und Thierreich liefert, übertrifft. Die Samenhaare mancher Asclepiadeen und Apocyneen haben als »Fasern« allerdings einige Bedeutung erlangt; es gebricht ihnen aber an der nöthigen Festigkeit, um gleich der Baumwolle als genügend brauchbarer Gespinnststoff benutzt werden zu können. Die zahlreichen Samenhaare anderer Pflanzen haben sich als fast gänzlich werthlos für die Industrie erwiesen. Dass das Eine histologische Moment, der faserige Bau, noch nicht ausreicht, damit ein Gewebe oder Gewebsantheil als »Faser« verwendet werden kann, obgleich dies eben eine wesentliche Bedingung hierfür ist, und mithin nicht alle Pflanzenhaare und alle Baste dicotyler, alle Gefässbündel monocotyler Gewächse zur Fasergewinnung verwendet werden können, sondern dass hierfür noch eine Reihe anderer Bedingungen erfüllt werden muss, wird in dem den Pflanzenfasern gewidmeten Capitel eingehend dargelegt werden.

Die Ausnutzung des Parenchyms behufs Gewinnung der darin enthaltenen Stoffe erfolgt in eben so mannigfaltiger Weise, als die Substanzen, welche darin enthalten sind, verschiedenartig sind. Die roheste Art der Ausnutzung ist die, dass man die parenchymreichen, bestimmte chemische Individuen enthaltenden Pflanzenorgane direct verwendet, wie die Gerberrinden und zum Theil auch die Quercitronrinde. Doch hat man auch schon angefangen aus ersteren Extracte darzustellen (z. B. Knoppenextract), in denen der wirksame Bestandtheil, hier der Gerbstoff, in einem weit concentriteren Zustande als im Rohstoff selbst vorkömmt. Die Quercitronrinde wird jetzt schon sehr häufig extrahirt, und erst das so erhaltene Fabricat zum Färben ver-

wendet. — Viele Rohstoffe des Pflanzenreichs werden, obschon die benutzten Bestandtheile bereits fertig gebildet in ihnen vorkommen, ausnahmslos extrahirt, um die in ihnen enthaltenen Stoffe gewerblich verwenden zu können, so die Blätter des Gambirstrauchs, das Holz der *Acacia Catechu* u. s. w. Die meisten der im Parenchym aufgespeicherten nutzbaren Pflanzenstoffe lassen sich durch Extrahiren mittelst Wasser gewinnen. Die Natur der Harze, welche in Geweben eingeschlossen sind, und die Natur und das Vorkommen der Fette in den Pflanzenzellen bringen es mit sich, dass das Ausziehen mit Wasser hier nicht zum Ziele führt. Von ersteren wird z. B. das Birkenharz durch Extrahiren mittelst Weingeist gewonnen. Letztere werden in der Regel nur durch Auspressen oder durch Ausschmelzen mit Zuhülfenahme von heissem Wasser erhalten werden. Da die Fette in Form kleiner Tröpfchen oder Kügelchen im Zellinhalte vertheilt sind, welche durch die Zellwände nicht hindurch getrieben werden können, so ist leicht einzusehen, dass die Gewinnung von Fetten und Oelen aus Pflanzentheilen eine desto ergiebigere sein wird, je vollständiger die Zertrümmerung der Gewebe, sei es durch vorhergegangene mechanische Zerkleinerung, sei es durch späteres Pressen erfolgt. Talgartige Pflanzenfette können nur dann durch Pressung erhalten werden, wenn dieser Process bei einer Temperatur vorgenommen wird, bei welcher dieselben flüssig sind. Dass man die Fette auch durch Extraction mittelst ihrer Lösungsmittel vornehmen kann, leuchtet wohl sehr ein, und es wird von dieser Gewinnungsmethode immer mehr und mehr Gebrauch gemacht. Wie zur Ausziehung von Pflanzenfetten wird auch für die Gewinnung der Pflanzenfette durch Extraction vorzugsweise Schwefelkohlenstoff benutzt. — Die Eigenschaften der ätherischen Oele und ihr Vorkommen in den Geweben der Pflanzen erlauben eine grössere Mannigfaltigkeit der Gewinnungsweisen. Wenn sie reichlich in sehr wasserreichen Geweben, wie z. B. in manchen saftigen Früchten vorkommen, so können sie durch mechanische Absonderung erhalten werden. In allen Fällen führt die Extraction mittelst passender Lösungsmittel oder die Destillation der betreffenden Pflanzentheile, mit oder ohne Zuhülfenahme von Wasser zum Ziele. — Von allen im Parenchym der Pflanzen vorkommenden nutzbaren Stoffen ist es blos die Stärke, welche sich durch einfaches Ausschwemmen aus den möglichst zerkleinerten Pflanzentheilen gewinnen lässt. Die relativ grosse Dichte der Stärkekörnchen gegenüber den andern in den Parenchymzellen der stärkereichen Pflanzentheile gleichzeitig vorkommenden festen Bestandtheile macht es möglich, diesen Körper durch Ausschwemmen und Absitzenlassen von den übrigen Gewebstheilen in wünschenswerther Weise zu trennen. Bei der Darstellung der Stärke aus Knollen

(Kartoffeln, Manihotknollen, Bataten u. s. w.), Früchten (Bananen), aus dem Marke der Stämme (Sagopalme) erhält man auf diese höchst einfache Weise ein sehr reines Product; nicht so aus stärkereichen Samen, welche im Parenchymgewebe neben Stärke noch viel Kleber führen, dessen Dichte von jener der Stärke nicht sehr beträchtlich abweicht. Die Mittel, welche angewendet werden müssen, um die Stärke kleberfrei zu erhalten, bestehen theils in einer Zerstörung des Klebers, theils in einer eigenthümlichen Darstellungsweise, die es mit sich bringt, dass blos die Stärke in die ausschwemmend wirkende Flüssigkeit hineingerathen kann. In dem der Stärke gewidmeten Capitel wird hierüber eingehend abgehandelt werden.

Die gummi- und harzhaltigen Flüssigkeiten und Milchsäfte treten ausnahmslos freiwillig aus den Stammpflanzen hervor; häufig aber nur in sehr kleinen Mengen, so dass die Sammlung der so entstehenden Rohstoffe nicht rentiren würde. Durch Anschnitt der betreffenden Pflanzentheile treten alle diese Flüssigkeiten in reichlicherer Menge hervor. Der Anschnitt muss in die, jene Flüssigkeiten producirenden Gewebe hineinreichen, entweder in die äussere oder innere Rinde, manchmal sogar bis in den Holzkörper; aber auch die Schnittrichtung ist nicht gleichgültig. Immer ist es am rationellsten, die betreffenden Gewebe senkrecht zu durchschneiden; in welcher Richtung nun der betreffende Pflanzentheil zu durchschneiden ist, ist von vornherein nicht stets klar, hängt vielmehr von der Anordnung der Harz, Milchsaft u. s. w. führenden Gewebe ab. So liefert z. B. die Mohnkapsel die grösste Menge von Milchsaft, also auch von Opium, wenn sie durch Querschnitte verletzt wird.

Manche chemische Individuen sind in den Geweben der Pflanzen so ausserordentlich verbreitet, dass man sie in den sogenannten structurlosen Pflanzenstoffen nicht selten, in den structurbesitzenden fast immer findet. Es dürfte nicht überflüssig sein, diese Körper hier aufzuzählen. Der Zellstoff (Cellulose) setzt, allerdings nicht ausschliesslich, auch nicht gerade immer vorwiegend die Membran der Zelle zusammen; fehlt aber in den Geweben der Phanerogenen nie. Nicht nur im Holze — wo er mit der noch so räthselhaften Holzsubstanz gemengt — vorkömmt, und in den Fasern, auch in Blättern, Blüthen, Früchten, Samen, Wurzeln, Rhizomen, und zwar in allen ihren Geweben lässt sich stets die Gegenwart von Cellulose erweisen, freilich tritt sie manchmal nur in geringer Menge auf. Aber selbst in Gummiarten und Harzen, namentlich in solchen, welche durch chemische Metamorphose aus ganzen Geweben hervorgegangen sind, lässt sich nicht selten die Gegenwart dieses Körpers constatiren. Der Holzstoff (Holzsubstanz, Lignin), vielleicht ein den Huminkörpern angehöriger, oder ihm nahe-

stehender Körper) hat eine ausserordentliche Verbreitung im Pflanzenreiche. Ich habe durch Anwendung von schwefelsaurem Anilin, durch welches Reagens verholzte, d. i. Holzsubstanz enthaltende Pflanzengewebe gelb gefärbt werden, seine Gegenwart auch in vielen Bastzellen, sehr häufig im Parenchym, in manchen Haaren (z. B. in der vegetabilischen Seide), ja selbst im Gewebe einiger Lagerpflanzen (Flechten und Pilze) hier allerdings in kleiner Menge aufgefunden. Schon diese Beispiele werden genügen, um zur Vorstellung von seiner grossen Verbreitung im Pflanzenreiche zu gelangen; und in der That, eingehende Beobachtungen haben mir die Ueberzeugung verschafft, dass er zu den verbreitetsten Pflanzenstoffen gehört. Wie bekannt ist die Stärke ebenfalls ausserordentlich im Pflanzenreiche verbreitet, und man kennt keine einzige grüne Pflanze, welche nicht wenigstens in einzelnen ihrerTheile, oder zu gewisser Zeit Amylum enthielte. Die grosse Constanz, welche sich in der Morphologie der Stärkekörnchen bestimmter Pflanzen und Pflanzentheile zeigt, kann, wie der specielle Theil dieses Buches lehren wird, sehr häufig in der Characteristik von Pflanzentheilen, z. B. von Rinden, ja selbst Fasern u. s. w. benutzt werden. In jugendlichen Geweben fehlen Zucker und Dextrin nie. In den Rohstoffen des Pflanzenreiches kommen sie ausserordentlich häufig, wenn auch manchmal nur in kleiner Menge vor; und zwar nicht nur in Rohstoffen mit zelligem Bau, auch in structurlosen Pflanzenstoffen, z. B. in den natürlichen Gummiarten. Eine fast nicht minder grosse Verbreitung im Pflanzenreiche weisen die Gerbstoffe auf, und nicht nur in jugendlichen, sondern auch in alternden Geweben hat man ihre Gegenwart nachgewiesen. Die wahre chemische Natur dieser Körper ist allerdings noch lange nicht genügend aufgeklärt; es hat den Anschein, als würden sie durchwegs Glycoside sein. Es scheint als würde sich manchmal hinter dem, was man bei histochemischen Nachweisen Gerbstoff nennt, — nämlich alle jene Substanzen, die durch Eisenchlorid grün (eisengrünender) oder durch dieses Reagens blau (eisenbläuenden Gerbstoff) gefärbt werden, und die man in allen Arten von Geweben, in Oberhaut, Parenchym, Sklerenchym, Cambium, selbst im Periderm- und Holzgewebe u. s. w. aufgefunden hat, — manchmal, vielleicht häufig, Quercitrin- und Quercetinsäure bergen. Die ausserordentliche Verbreitung der Gerbstoffe im Pflanzenreiche erklärt uns nicht nur die grosse Zahl von Gerbmaterialien, sondern auch die grosse morphologische Verschiedenartigkeit derselben. Denn nicht nur Blätter, Rinden, Gallen, Früchte und Wurzeln, sogar Holz und manche Früchte können zum Gerben verwendet werden; ja selbst gewisse Blüthen (Gewürznelken) hat man in früherer Zeit ihres hohen Gerbstoffgehaltes wegen zum Schwarzfärben verwendet. Eiweisskörper erfüllen

theils im aufgelösten, theils festen Zustande, nämlich in Form von Protoplasma, alle jugendlichen Zellen. Es dürfte wohl kaum eine Zelle existiren, in welcher nicht wenigstens Reste von Protoplasma vorkämen, und deshalb kaum irgend ein organisirter pflanzlicher Rohstoff bestehen, in welchem nicht Eiweisskörper nachweisbar wären. Eine grosse, wenn auch nicht so allgemeine Verbreitung als die eben aufgeführten Stoffe im Pflanzenreiche weisen Fette, ätherische Oele, Gummi, Harze und Farbstoffe auf, denen man in vielen Rohstoffen, und wenn man von jenen absieht, welche uns eben diese Körper liefern, meist in nur geringer Menge begegnet. Auch Krystalle von oxalsaurem Kalk gehören in dieselbe Kategorie. Ihre Anwesenheit, besonders leicht in der Asche der betreffenden Pflanzentheile indirect nachweisbar, leitet häufig, besonders bei Rinden, Holzarten und Fasern auf die Abstammung. Auch die höchst verschiedenen, für die Gewebe mancher Pflanzen indess sehr constanten Krystallformen dieser Körper können manchmal mit Vortheil in der Characteristik der Rohstoffe verwendet werden.

Unsere heutigen Kenntnisse über die Chemie der Pflanzengewebe deuten darauf hin, dass die chemische Zusammensetzung der letzteren weit complicirter ist, als aus den gewöhnlichen Massenanalysen der Pflanzentheile hervorzugehen scheint. Die vegetabilischen Rohstoffe, besonders die structurbesitzenden, dürften deshalb von einer grossen Zahl chemischer Individuen zusammengesetzt sein, wie auch alle sorgfältigen chemischen Untersuchungen von Pflanzenstoffen vermuthen lassen, welche scheinbar nur aus wenig Gemengtheilen bestehen.

Schliesslich will ich die im Buche befolgte Anordnung des Stoffes, und die Beweggründe, welche mich bei der Abgrenzung des abgehandelten Materiales leiteten, im Kurzen darlegen.

Für die Anordnung des Stoffes standen mir, wollte ich denselben in übersichtliche Gruppen zusammenstellen, und nicht eine rein künstliche, etwa alphabetische Uebersicht derselben geben, von vornherein zwei Wege offen; ich hatte nämlich die Wahl zwichen dem technologischen und naturhistorischen Eintheilungsprincipe. Nach dem ersteren Principe wären die Rohstoffe gleicher Verwendung, nach dem letzteren die ihren naturgeschichtlichen Eigenschaften nach gleichen oder verwandten Körper in besondere Gruppen zusammenzufassen gewesen. Der erstere Weg hätte gewiss mancherlei Vortheile dargeboten, und wäre es dem Technologen vielleicht recht erwünscht gewesen, alle Farbwaaren oder Gerbmaterialien, welche uns das Pflanzenreich liefert, im Zusammenhange abgehandelt zu sehen; allein abgesehen von den vielen Unzukömmlichkeiten, welche bei Befolgung dieses Principes dadurch entstanden wären, dass sehr zahlreiche Roh-

stoffe mehreren Gruppen einzuverleiben gewesen wären, schien mir die Anordnung des Stoffes nach dessen natürlichen Merkmalen aus mehrfachen wichtigen Gründen den Vorzug zu verdienen. Es konnten auf diese Weise Rohstoffgruppen gestaltet werden, deren Bestandtheile nicht nur eine grosse Zahl von natürlichen Eigenschaften gemeinschaftlich besitzen, sondern sich auch nach gleichartigen Methoden characterisiren lassen. Durch die Wahl dieses Weges war es möglich, jeder dieser natürlichen Gruppen eine Einleitung voranzustellen, in welcher auf das Gemeinsame der chemischen, physikalischen und botanischen Eigenthümlichkeiten ihrer Bestandtheile, auf deren Abstammung und Entstehung hingewiesen werden konnte. Es wurden so eine Reihe von Gesichtspuncten eröffnet, welche nicht nur der Uebersichtlichkeit der abgehandelten Rohstoffe, sondern auch der Verständlichkeit des Ganzen gewiss nur zugute kamen.

Ich habe in diesem Buche zuerst die structurlosen Pflanzenstoffe, Gummi, Harze, Fette u. s. w. und dann die structurbesitzenden abgehandelt. Bei letzteren versuchte ich, soweit es anging, ohne der Anordnung zu grossen Zwang anzuthun, mit den Rohstoffen, welchen der einfachste organische Bau zukömmt, zu beginnen, und zu immer complicirteren Formen vorwärts zu schreiten. Die Pilze, Flechten und Algen bilden, da sie im Handel als ganze pflanzliche Organismen und nicht als Pflanzentheile erscheinen, den Schluss des Buches, obgleich ich nicht verkenne, dass man nach der Einfachheit ihrer Morphologie ihnen auch einen andern Platz hätte anweisen können. Doch scheint mir das Werthvolle in der Anordnung mehr in der Bildung als in der Reihenfolge der natürlichen Gruppen zu liegen.

Wie ich schon an einer andern Stelle dieses Buches auseinandersetzte, so stellte ich mir in demselben nicht die Aufgabe, den gesammten, in aller Welt zu gewerblichen Zwecken benutzten Rohstoff des Pflanzenreichs abzuhandeln, sondern beschied mich den in der europäischen Industrie verwendeten möglichst vollständig zu bearbeiten und von den übrigbleibenden nur Typen auszuwählen und diese etwas eingehender abzuhandeln. Im übrigen begnügte ich mich, die mir sonst bekannt gewordenen pflanzlichen, in den Gewerben benutzten Rohstoffe systematisch aufzuzählen, ihre botanische und geographische Provenienz und ihre Verwendung mit Angabe der über sie abhandelnden Literatur kurz zu skizziren. Wenn ich auch überzeugt bin, dass kein Werk existirt, welches eine so umfängliche Schilderung und Aufzählung der technisch verwendeten Rohstoffe des Pflanzenreiches enthält, wie das vorliegende, so bin ich doch weit entfernt es für vollständig zu halten. Das Gebiet, auf welchem ich mich zu bewegen hatte, ist zu gross, die Literatur desselben so ausgedehnt, ich möchte

fast sagen unbegrenzt, dass die Kräfte eines Einzelnen zur völligen Beherrschung desselben nicht ausreichen, und sich wohl auch für keinen Forscher die Gelegenheit bieten dürfte, alles hierüber Geschriebene benutzen zu können.

Jene Rohstoffe, welche nach kürzerem oder längerem Gebrauche aus dem Verkehre verschwunden sind, habe ich, mit wenigen Ausnahmen, welche zu berühren mir aus mehrfachen Gründen passend schien, weggelassen. Die Mehrzahl dieser, indess meist gegenwärtig gänzlich interesselosen Körper, ergiebt sich durch einen Vergleich dieses Buches mit Böhmer's oben genanntem, für seine Zeit höchst vollständigem Werke, von selbst.

Ich bemerke schliesslich noch, dass ich einige wichtige, den Rohstoffen beigezählte Körper, wie Rohzucker, ätherische Oele, Indigo u. a. in diesem Buche nicht beschrieben habe, und mich mit der Angabe der Stammpflanze und des Pflanzentheils, aus denen diese Körper dargestellt werden, begnügte. Es sind durchwegs Stoffe, deren Characteristik und Werthbestimmung wohl nur auf chemischem Wege erfolgen kann. Soweit diese Körper chemisch genügend untersucht sind, giebt über sie die chemische und chemisch-technologische Literatur die gewünschten Auskünfte.

Erster Abschnitt.

Gummiarten[1].

Die Gummiarten sind Pflanzenstoffe aus der chemischen Gruppe der Kohlenhydrate, welche im Aussehen mit dem wichtigsten Repräsentant dieser Rohstoffe, dem bekannten arabischen Gummi, übereinstimmen, sich gewöhnlich auch wie dieses im Wasser zu einer schleimigen Flüssigkeit auflösen, manchmal aber nur zu einer klebenden Gelatine darin aufquellen. Allen Gummiarten gemeinsam ist ihre völlige Unlöslichkeit in Alkohol und die Eigenthümlichkeit, durch das Zwischenglied des Dextrins in Zucker überzugehen[2].

I. Physikalische und naturhistorische Characteristik.

Die Form der natürlichen Gummiarten ist meist sehr veränderlich und unbestimmt, und nur in einigen Fällen characteristisch. So kommen manche Sorten von Senegalgummi im Handel vor, welche wurm- oder astförmig gestaltet sind. Das Chagualgummi besteht aus Fragmenten hohler Cylinder, und dergleichen mehr.

Die Oberfläche ist am Gummi der *Moringa pterygosperma* glatt, in Folge gleichmässiger Zusammenziehung beim Eintrocknen. Der Traganth, die ast- und wurmförmigen Stücken des Senegalgummi und die inneren Flächen des Chagualgummi sind gestreift. Rissbildungen

---

1) Dieser Abschnitt stützt sich vorwiegend auf die von mir durchgeführte monographische Bearbeitung der Gummiarten in der oben (p. 22) genannten Schrift.

2) Berthelot, Chim. org. II. p. 279. — Das Dextrin, welches häufig den Gummiarten zugezählt wird, ist sonach nicht in die Gruppe dieser Körper zu stellen. Diese Substanz wird in vorliegendem Werke nicht abgehandelt werden, da sie trotz ihres häufigen Vorkommens in den Geweben der Pflanzen nie aus diesen, sondern stets nur aus Stärke bereitet wird. Die Pflanzengewebe enthalten nämlich wohl häufig, stets aber nur kleine Mengen von Dextrin.

in Folge ungleicher Zusammenziehung kommen an der Oberfläche vieler Gummiarten vor.

Auch die Farbe bietet wenig Anhaltspuncte für die Characteristik der einzelnen Gummiarten dar. Meist liegt die Farbe zwischen blassgelblich und braunroth. Farblose und tief braunschwarze Sorten sind selten. Das Pulver der gefärbten ist fast immer weisslich, nur die beinahe schwarzen Sorten haben eine deutliche Strichfarbe.

Die Grade der Durchsichtigkeit und des Glanzes lassen sich, weil sie bei den einzelnen Gummiarten ziemlich constant sind, recht gut zur Characterisirung verwenden.

Ein Irisiren kömmt nur selten und dann auch nur stellenweise vor.

Optisches Verhalten. Die Substanz sämmtlicher Gummiarten ist völlig isotrop. Die löslichen Sorten, auch die löslichen Antheile halblöslicher Sorten, zeigen aber dennoch häufig in Folge von Dichtigkeitsunterschieden das Phänomen scheinbarer Doppelbrechung und verhalten sich dann im Polarisationsmikroskop wie eine anisotrope Substanz z. B. das arabische Gummi, der Traganth, das Chagualgummi u. s. w.

Nach Entfernung des in den Gummiarten etwa vorhandenen Zuckers, drehen alle in Wasser löslichen Sorten in ihren wässerigen Lösungen die Polarisationsebenen nach links. Es scheint indess, dass die Grösse der Ablenkung nicht bei allen Arten die gleiche ist.



Fig. 1. Vergr. 400. Gummi der *Moringa pterygosperma Gärt.* *A* in verdünntem Alkohol. Zellen unverändert. *B* in Wasser präparirt. *a* quellende Zellwand; *b* gefärbter, in Wasser unlöslicher Zellinhalt. *C α β* Zellreste, welche nach der Erschöpfung des Gummi's mit Wasser zurückbleiben.

Die Dichte variirt selbst bei einer und derselben Sorte oft sehr stark, da grössere oder kleinere Mengen von Luft den Gummiarten stets beigemengt sind. Diese Eigenschaft kann deshalb nur in seltenen Fällen für die Characteristik verwendet werden.

Organische Beimengungen finden sich in manchen Gummiarten, manchmal sogar als ständige Begleiter vor, und leisten oft wichtige Dienste für die botanische Herleitung oder für die Characterisirung einiger Arten.

Mikroskopischer Character. Die in Wasser völlig löslichen Gummiarten zeigen keinerlei Structurverhältnisse; abgesehen von Rissen erscheinen sie völlig homogen. Einige der in Wasser nur quellenden Arten von Gummi, z. B. Traganth, Moringagummi lassen mehr oder minder deutliche Structurverhältnisse, Zellwände mit eingeschlossenen Stärkekörnchen und anderen Inhaltsstoffen der Pflanzenzellen erkennen. Am ausgezeichnetsten sind solche Structurverhältnisse an dem Gummi der *Moringa pterygosperma* wahrzunehmen. Dieses Gummi zeigt noch genau jenen organischen Bau, wie die Zellgewebe, aus denen es durch chemische Metamorphose entstanden ist. (Fig. 1.)

II. Chemische Characteristik.

Bis jetzt sind in all' den zahlreichen Gummiarten, welche das Pflanzenreich hervorbringt, blos drei chemische Individuen aufgefunden worden, die man mit den Namen: *Arabin*, *Cerasin* und *Bassorin* belegte. Es scheinen dies allerdings die am häufigsten vorkommenden integrirenden Bestandtheile der Gummiarten zu sein. Einige in Wasser völlig lösliche, dem arabischen Gummi sehr nahe stehende Gummen, weichen in einigen Eigenschaften vom Arabin so sehr ab, dass die Vermuthung, es würden ausser den drei genannten chemischen Individuen noch andere gummiartige Substanzen in den natürlichen Gummiarten vorhanden sein, gewiss einige Berechtigung hat.

Das Bassorin ist ein reines Kohlenhydrat. Arabin und Cerasin sind hingegen als Verbindungen von Kohlenhydraten mit mineralischen Basen aufzufassen.

Das Bassorin (Traganthin) ist ein farb-, geruch- und geschmackloser Körper, der in Wasser und Alkohol unlöslich ist, im ersteren besonders in der Hitze stark zu einer Gelatine aufquillt. Bei 100° C. getrocknet, ist seine Formel $C_6H_{10}O_5$.

Das Arabin ist nach den Untersuchungen Neubauer's[1] eine saure Verbindung von Arabinsäure mit Kalk. Es ist ein farbloser,

1) Journ. f. pract. Chem. Bd. 62, p. 163 und Bd. 71, p. 255.

geruch- und geschmackloser Körper von saurer Reaction, der sich in Wasser zu einer klebenden, geschüttelt, etwas schäumenden Flüssigkeit löst, welche die Polarisationsebene nach links dreht. Beim Verbrennen liefert es Asche, welche vorwiegend aus kohlensaurem Kalk besteht, aber auch etwas kohlensaures Kali führt. Die Arabinsäure ist zuerst von Neubauer dargestellt worden. Sie bildet eine weisse Substanz, die in Wasser löslich ist und Lackmus röthet. Die Auflösung trocknet zu einer farblosen, amorphen, glasigen Substanz ein. Bei 100° C. getrocknet ist ihre Formel $\mathrm{C}_{12}\mathrm{H}_{22}\mathrm{O}_{11}$. Zwischen 120 und 130° C. verliert sie ein Molekül Wasser.

Das Cerasin ist eine farblose Substanz, welche in Wasser und Alkohol unlöslich ist, aber in Wasser, gleich dem Bassorin, zu einer gelatinösen Masse aufquillt. Vom Bassorin unterscheidet es sich nicht nur durch seinen chemischen Character, sondern auch dadurch, dass es einen spröden Körper bildet, während ersteres eine zähe Substanz ist. Cerasin ist eine Verbindung der Metagummisäure mit Kalk. Diese Säure ist mit der Arabinsäure isomer, zeigt die Löslichkeitsverhältnisse und das Aussehen des Cerasins. Cerasin mit kohlensauren Alkalien gekocht, geht unter Abscheidung von kohlensaurem Kalk in Lösung[1]. Hierdurch unterscheidet sich dieser Körper auf das bestimmteste vom Bassorin, welches allerdings auch durch kohlensaure Alkalien in Lösung übergeführt wird, aber hierbei keinen kohlensauren Kalk abscheidet.

Weder Bassorin, noch Cerasin oder Arabin reduciren die Trommer'sche Probe, wodurch sich diese drei chemischen Individuen sehr bestimmt vom Dextrin unterscheiden.

Im Traganth, ferner noch in einigen unten näher zu besprechenden Gummiarten findet sich ein in Wasser lösliches Kohlenhydrat vor, das mit dem Arabin, in Farbe, Löslichkeit, im Molekulardrehungsvermögen, im Verhalten gegen das polarisirte Licht übereinstimmt, sich von diesem aber ganz bestimmt dadurch unterscheidet, dass seine wässerige Lösung durch Bleizucker gefällt wird, eine dem arabischen Gummi nicht zukommende Eigenschaft.

Neben diesen gummiartigen chemischen Individuen kommen in den natürlichen Gummiarten noch vor: Wasser (12—17 Proc.), Dextrin, Zucker, Gerbstoffe, Farbstoffe und Mineralbestandtheile. Die natürlichen Gummen liefern 2—3 Proc. Asche.

---

1) Fremy, Compt. rend. 50. p. 125.

III. Entstehung des Gummi in der Pflanze.

Früher hielt man die Gummiarten durchweg für Secretionsproducte der Pflanzen. Neuere Untersuchungen haben ganz bestimmt dargethan, dass wenigstens einige Gummiarten durch chemische Metamorphose aus ganzen Geweben entstehen. Vorzugsweise wird das Material der Zellwände in die Gummimetamorphose hineingezogen. H. von Mohl[1]) hat den Nachweis geliefert, dass der Traganth die Structurverhältnisse jener Gewebe (Markstrahlen und Antheile des Markes) aus denen er entstand, besitzt. Die Structureigenthümlichkeiten sind im Traganth allerdings manchmal mehr oder minder verwischt, fast immer aber noch nachweisbar. Die Zellwände sind stark aufgequollen, innerhalb derselben treten noch zahlreiche unveränderte Stärkekörner auf. Nach Wigand[2]) geht auch das Kirschgummi durch chemische Umwandlung aus Zellwänden hervor. Nach diesem Forscher soll auch das arabische Gummi in derselben Weise entstehen, was jedoch noch mit ganz berechtigten Gründen angezweifelt wird. Ich habe schon vor einigen Jahren den Nachweis geliefert[3]), dass das Gummi der *Moringa pterygosperma* und des *Cochlospermum gossypium* genau so wie der Traganth entstehen und dass bis jetzt noch keine Pflanze aufgefunden wurde, welche so ausgezeichnet die Structurverhältnisse der Gewebe, aus denen es entstanden ist, behalten hat, als das Gummi der erstgenannten Pflanze (Vergl. Fig. 1 und 2).

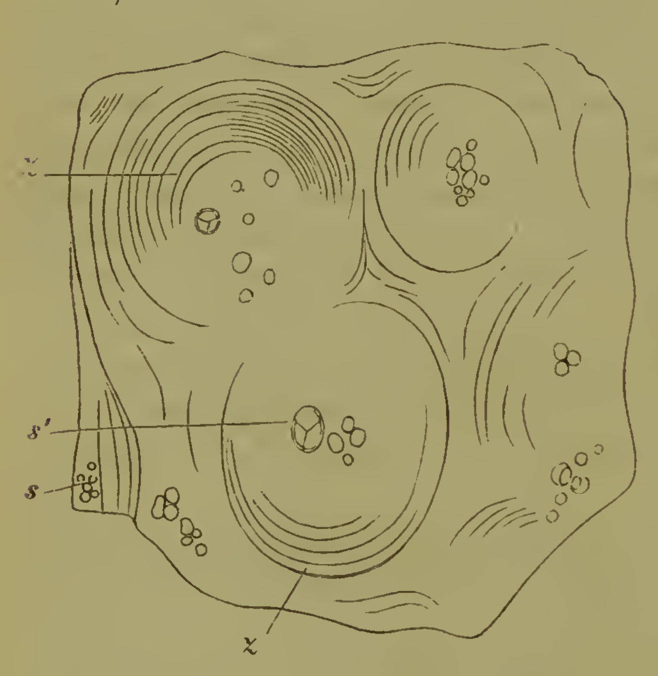


Fig. 2. Vergr. 350. Längsschnitt durch einen Blättertraganth von Smyrna *s* einfache, *s'* zusammengesetzte Stärkekörnchen. *zz* Zellwandreste.

IV. Vorkommen des Gummi.

Gummi ist einer der gemeinsten Pflanzenbestandtheile, wie die bis jetzt schon ausgeführten Analysen von Pflanzen und Pflanzentheilen

1) Bot. Zeit. 1857. p. 32. ff.

2) Desorganisation der Pflanzenzelle. Pringsheim's Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik III. p. 136 ff.

3) Die technisch verwendeten Gummiarten etc. p. 15.

lehren[1]). Es ist bis jetzt mit Bestimmtheit in der Zellmembran, nicht aber im Zellsafte gelöst aufgefunden worden. Wohl tritt es manchmal im Innern von Zellen auf. In diesen Fällen ist es — so weit die Untersuchungen reichen — durch chemische Umwandlung aus Stärkekörnern hervorgegangen.

In grösseren Mengen erscheint es im lebenden Rindenkörper vieler Pflanzen und ergiesst sich dann über die Oberfläche der Borke. Im Holzkörper tritt es seltener und dann auch nur in geringer Menge auf.

Mit Harz gemengt tritt das Bassorin und Arabin in den sog. Gummiharzen (Weihrauch, Myrrhe, Gummigutt etc.) auf.

Hier folgt eine Zusammenstellung jener, zumeist baumartiger Gewächse, welche Gummi in grösseren Mengen hervorbringen. Diejenigen Gummiarten, deren Stammpflanzen hier mit gesperrter Schrift bezeichnet sind — die wichtigsten von allen, besonders in technischer Richtung — werden im nächstfolgenden Capitel ausführlich abgehandelt werden.

1) Mimoseen.

Acacia Verek. Guill. et Perott., s. Acaciengummi.

A. Adansonii Guill. et Perott., s. Acaciengummi.

A. arabica Willd. (=Mimosa arabica Lam.), s. Acaciengummi.

A. Ehrenbergiana Hayne., s. Acaciengummi.

A. gummifera Willd., s. Acaciengummi.

A. pycnantha Benth., s. Acaciengummi.

A. albida D C. (Vgl. unten bei Senegalgummi).

A. decurrens Willd. Soll australisches Gummi liefern (vgl. Schwanert und Stohmann in Muspratt's Chemie II. p. 1555). Es scheint hier eine Verwechslung mit Kino, welche Substanz manchmal als Gummi bezeichnet und in der That aus der Rinde der genannten Pflanze dargestellt wird, stattzuhaben. Vgl. den Abschnitt über die Körper der Catechugruppe.

A. Giraffae P. Vgl. unten bei Acaciengummi.

A. horrida Willd., *A. Karoo Hayne.* } s. unten bei Acaciengummi.

A. leukophloea Bert. Coromandel. Soll Kuteragummi liefern, was mit Recht angezweifelt wird. Vgl. Wigand l. c. p. 117.

A. Neboued Guill. Am obern Senegal. Liefert angeblich Senegalgummi. Vgl. unten bei Senegalgummi.

---

1) Vergl. Rochleder: Phytochemie. Heidelberg 1858.

A. retinoides Schlecht. Australien. Liefert angeblich australisches Gummi.

A. Serissa White Orn. Ostindien. Soll eine Art von arabischem Gummi liefern. Vgl. Henkel, Waarenlexicon. Stuttgart 1869. p. 97.

A. Seyal Del. Senegal. Vgl. unten bei Acaciengummi.

A. speciosa Willd. (= *Albizzia speciosa Benth.*). Ostindien. Hooker: The London Journ. of Bot. I. p. 527. — Catal. des Colon. franç. Exposit. univ. Paris 1867. p. 77.

A. tortilis Hayne. Vgl. unten bei Acaciengummi.

Albizzia Lebbek Benth. (= *Acacia Lebbek Willd.*). Réunion, Indien. Catal. des Colon. franç. p. 77 und 78. Nach Henkel (Die Naturproducte und Industrieerzeugnisse im Welthandel, Erlangen 1868. p. 292) soll auf der Somaliküste eine *Albizzia latifolia* eine dem Senegalgummi ähnliche Waare liefern. Ich finde in der Literatur aber nur eine *Alb. lat. Boivin* (= *Alb. Lebbek Benth.*). Hooker l. c. l.

Prosopis dulcis Kunth. (= *Acacia dulcis Willd.*), *P. horrida Kunth. P. juliflora D C.* und *P. mikrophylla Humb. et Bonpl.* Mexiko. Liefern das Mezquitegummi, welches wie arabisches Gummi verwendet werden soll. Descourtilz, Flore medicale des Antilles. Paris 1828. Kosteletzky, Medicinisch-pharmaceutische Flora p. 1357. Henkel, Naturerzeugnisse etc. p. 204. F. Alexander, Silliman Americ. Journ. 1855. Nr. 56; auch Bonplandia 1857. p. 13.

Parkia (?). Der *Peté*-Baum soll ein dem arabischen Gummi ähnliches Product liefern. Miquel, Sumatra. (Deutsche Ausgabe) 1862. p. 89.

2) Papilionaceen.

Astragalus creticus Lam., *A. Parnassii Boiss.*, *A. verus Oliv.* — s. Traganth.

3) Amygdaleen.

Prunus avium L., *Prunus cerasus L.*, *Prunus domestica L.*, *Amygdalus communis L.*, *Persica vulgaris DC.* — Vgl. unten bei Kirschgummi.

4) Anacardiceen.

Anacardium occidentale L. (= *An. oc. Gärt.* = *Cassuvium pomiferum Lam.*). s. Acajougummi.

Spondias Cytherea Sonner. Martinique. Kosteletzky l. c. p. 1997. Cat. des Col. fr. p. 75.

Sp. dulcis Fors. Gomme de Mombin. Guadeloupe. Kosteletzky l. c. Cat. des Col. fr. p. 75.

Sp. Wirtgenii Miq. Liefert auf Java ein dem arabischen Gummi in der Verwendung gleich kommendes Product. Miquel, Flora von Nederl. Indië. Amsterdam 1859. I. p. 8.

Mangifera pinnata Lin. fil. (= *Spondias mangifera Willd.*). Malabar. Liefert Amra, welches früher medicinisch benutzt wurde. Rheede, Hortus malabaricus I. p. 50. Kosteletzky l. c. p. 1234.

Odina Wodier Roxb. Roxburgh, Flora indica. London 1832. II. p. 249. Miquel, l. c. I. 2. p. 622.

Odina gummifera Bl. Liefert auf Java viel Gummi, welches zu technischen Zwecken benutzbar sein dürfte. Miquel l. c. I. 2. p. 623.

Rhus Metopium L. Jamaika. Kosteletzky l. c. p. 1239. Dieser Baum scheint indess weder ein benutzbares Gummi noch Harz zu liefern. Vgl. J. Macfayden, The Flora of Jamaika. London 1837. p. 225.

5) Simarubaceen.

Simaruba excelsa Dl. Caraïben und Jamaika. Ludwig, Archiv der Pharm. Bd. 82. p. 153 ff.

6) Aurantiaceen.

Feronia elephantum Corr. s. Feroniagummi.

7) Meliaceen.

Melia azedarach L. Indien, Japan. Thunberg, Flora japan. p. 180. Cat. des Col. franc. p. 75.

8) Ternstroemiaceen.

Cochlospermum gossypium D C. (= *Bombax grandiflorum Sonner*).

9) Sterculiaceen.

Adansonia digitata L. Tropisches Afrika. Catal. des Colon. fr. p. 74.

Bombax malabaricum Roxb. und *B. pentandrum L.* Malabargummi. Ostindien. Wiesner: im offic. österr. Ausstellungsberichte über die Pariser Ausstellung (1867). Bd. V. p. 497.

Sterculia urens Roxb. Soll ein dem Traganth ähnliches Gummi liefern. Roxburgh, Plants of the coast of Coromandel. London 1816. I. p. 25. Wird oft als Stammpflanze des Kuteragummi genannt.

St. Tragacantha Lindl. s. Traganth.

10) Cacteen.

Cactus opuntia L. subinermis. Guadeloupe. Soll ein bassorinreiches Gummi liefern. Cat. des Col. fr. p. 74. Ueber *Cactus opuntia* s. Bazir und Guibourt, Journ. Pharm. 20. p. 525.

Opuntia ficus indica Mill. Südamerika; in Südeuropa cultivirt. Liefert nach Schacht (Lehrb. d. physiol. Bot. II. p. 558) ein dem Traganth ähnliches Gummi.

11) Capparideen.

Moringa pterygosperma Gärt.

12) Penæaceen.

Penæa mucronata L.
P. Sarcocolla L.
} Beide im südlichen und nordöstlichen Afrika. Liefern die ehemals medicinisch benutzte *Sarcocolla*. Handbücher der Pharmakognosie (Henkel, Berg etc.).

13) Bromeliaceen.

Puya sp. s. Chagualgummi.

P. lanuginosa Schult. Vgl. unten bei Chagualgummi.

14) Palmen.

Cocos nucifera L. s. Cocosgummi.

Borassus flabelliformis L. Ostindien. Cat. des Col. fr. p. 73. Henkel, Naturerzeugnisse etc. p. 294.

Saribus rotundifolius Blume. Java, Celebes. Henkel l. c. p. 294.

V. Specielle Betrachtung der Gummiarten.

Die Gummiarten lassen sich in folgender Weise eintheilen:

1) Arabinhaltige. Sie bestehen der Hauptmasse nach aus Arabin. Cerasin und Bassorin sind darin nicht, oder doch nur in sehr kleinen Mengen aufgefunden worden. Hierher gehören Acaciengummi, Feroniagummi, Acajougummi.

2) Cerasinhaltige. Sie sind wechselnde Gemenge von Cerasin und Arabin. Kirsch-, Pflaumen-, Apricosen- und Mandelgummi.

3) Bassorinhaltige. Gemenge von Bassorin und einer dem Arabin nahestehenden Gummiart. Traganth, Kuteragummi, Bassoragummi, Cocosgummi, Chagualgummi, Moringagummi.

4) Cerasin- und Bassorinhaltige. Gemenge von Cerasin und Bassorin. Gummi von *Cochlospermum gossypium*.

1) Acaciengummi.

Hierher rechne ich das Gummi der echten Acacien, also arabisches, Senegal-, Cap- und neuholländisches Gummi.

Man hat die vier genannten Gummiarten früher streng auseinander gehalten und ihnen grössere Unterschiede beigemessen, als ihnen in der That zukommen, bis Flückiger auf die grosse Uebereinstimmung im physikalischen und chemischen Verhalten hinwies, welche zwischen dem sogenannten arabischen (eigentlich nord- und nordostafrikanischem) und dem Senegalgummi besteht, die der genannte Forscher als afrikanisches Gummi zusammenfasste. Ich habe aber den weiteren Nachweis geliefert, dass auch das australische und Capgummi mit den beiden genannten Gummiarten in allen wesentlichen Eigenschaften zusammenfällt und habe zur Vereinigung der vier genannten Gummen die Bezeichnung »Acaciengummi« in Vorschlag gebracht, welche mir um so gerechtfertigter erscheint, als nicht nur alle übrigen Gummiarten vom Acaciengummi verschieden, sondern — soweit verlässliche Angaben vorliegen — auch alle von Acacien herrührenden Gummen dem sog. arabischen nahe verwandt und hauptsächlich aus Arabin zusammengesetzt sind.

Man hat bis auf die neueste Zeit das arabische Gummi von *Acacia arabica Willd.*, ferner von *A. Ehrenbergiana Hayne*, *A. Seyal* und *A. tortilis Hayne* hergeleitet. Diese Angaben haben sich jedoch als irrthümlich erwiesen. Schweinfurth[1]) hat nachgewiesen, dass alle guten Sorten von Gummi aus den Nilländern von demselben Baume herrühren, von dem auch das Senegalgummi kömmt, nämlich von *A. Verek. Guill. et Perott. Acacia arabica Willd.* und *A. gummifera Willd.* geben in den Nilländern wohl auch Gummi, aber ein geringes Product, welches auch für den Handel nur wenig Wichtigkeit hat. — Das neuholländische Gummi rührt von *A. pycnantha Benth.* her. — Das Capgummi wird von *A. Karoo Hayne*, *A. horrida Willd.* und *A. Giraffæ P.* abgeleitet, was jedoch noch nicht völlig sichergestellt ist.

Das arabische Gummi kömmt wohl nur zum geringsten Theile aus Arabien, nämlich aus Aden; vorzugsweise ist es das nordöstliche Afrika (Egypten, Nubien, Abyssinien und Kordofan), ferner die Somaliküste, Tunis, Marokko, das Kap der guten Hoffnung und einige der portugisischen Colonien Afrika's, woher diese Gummisorten in den Handel gebracht werden. Das Senegalgummi kömmt aus Senegambien, das australische aus Südaustralien und Neusüdwales.

Das arabische Gummi gelangt hauptsächlich nach Marseille und Triest, zum kleinern Theile mit ostindischen Schiffen nach London und

---

1) Linnæa 1867. p. 337.

von diesen drei Städten auf die übrigen europäischen Märkte. Das Senegalgummi kömmt wohl stets erst über Bordeaux in den Handel. Das australische Gummi, die billigste Sorte des Acaciengummi, wird nach London gebracht. Im Continentalhandel beginnt die Verwendung dieser Gummisorte erst grössere Dimensionen anzunehmen

Das Gummi der Acacien bildet gewöhnlich runde, manchmal längliche Körner von unregelmässigen Begrenzungsflächen. Das australische Gummi kömmt oft in Form von Halbkugeln oder von der Länge nach halbirten, an den Enden sphärisch abgerundeten Cylindern vor; einige Sorten von Senegalgummi setzen sich aus wurm- oder astförmigen Stücken zusammen. Diese Stücke sind entweder durch eine netzförmige oder parallelstreifige Oberfläche ausgezeichnet. An den Körnern des ausgezeichneten Kordofangummi und einer Sorte von Senegalgummi *(gomme friable)* ist die Oberfläche von zahlreichen tiefen Rissen und Klüften durchsetzt. Die minderen Sorten sowohl des Senegal- als des arabischen Gummi zeigen häufig zitzenförmige Erhabenheiten, die entweder glatt. oder von wenigen Sprunglinien durchsetzt sind. Die Oberfläche des australischen Gummi ist glatt und von netzförmig gruppirten Sprunglinien durchzogen.

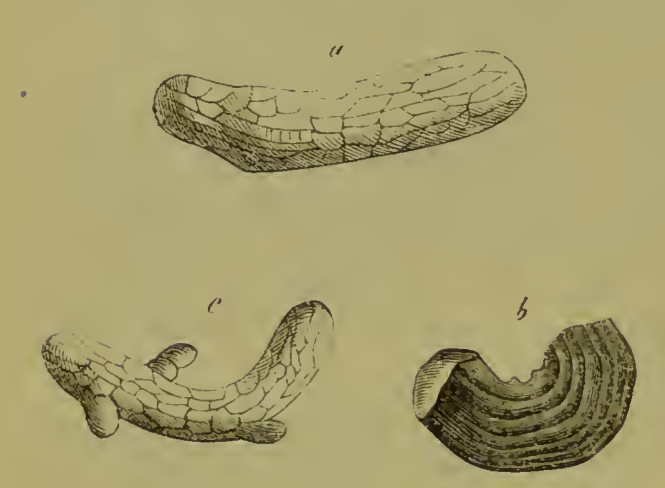


Fig. 3. Natürliche Grösse. Senegalgummi *a*, *b* wurmförmige Stücke, *c* astförmiges Stück.

Die Sorten des Acaciengummi brechen glasartig, und nur am australischen Gummi habe ich glanzlose Bruchflächen wahrgenommen.

Alle Sorten des Acaciengummi lassen sich leicht pulvern. Das Pulver ist selbst bei den stark gefärbten Sorten fast rein weiss. Hingegen sind die wässerigen Lösungen der gefärbten Sorten ebenfalls gefärbt. Gewöhnlich ist das Acaciengummi von blassgelblicher bis bräunlicher, selten von orangerother oder grünlicher Farbe.

Die Härte aller Sorten des Acaciengummi stimmt mit jener des Steinsalzes überein.

Im Mikroskope gesehen, erscheinen alle Sorten dieses Gummi von zahlreichen Klüften durchsetzt.

Die Substanz des Acaciengummi ist stets einfach lichtbrechend; nichtsdestoweniger erscheinen einzelne Stellen der Körner zwischen dem Nicol'schen Prisma in mehr oder minder deutlichen, oft prachtvollen Polarisationsfarben.

Mit Alkohol gewaschenes, also von Zucker befreites Acaciengummi (sowohl arabisches, als Senegal- und australisches) dreht im doppelten Gewichte Wasser aufgelöst die Polarisationsebene etwa um 5° nach links.

Obwohl die natürlichen Stücke des Acaciengummi eine Dichte aufweisen, welche zwischen 1.3—1.6 liegt, so stimmt die Dichte der Substanz dieser Gummiarten dennoch sehr überein, wie man sich durch die Dichten von auf gleiche Weise bereiteten Auflösungen verschiedener Sorten überzeugen kann. Die natürlichen Körner der Acaciengummen enthalten stets veränderliche Mengen von Luft, und nur so lassen sich die Differenzen in der Dichte dieser Gummiarten erklären.

Nur die schlechtesten Sorten dieser Gummen (z. B. Capgummi, Geddahgummi) hinterlassen nach genügender Behandlung mit Wasser einen festen Rückstand, der nach dem physikalischen Verhalten und den Löslichkeitsverhältnissen ein Gemenge von Bassorin (oder Cerasin) mit einem harzartigen Körper zu sein scheint.

Das Acaciengummi löst sich sowohl in kaltem als warmem Wasser; die Auflösungen schäumen etwas, mit Wasser geschüttelt. Auch in Glycerin löst es sich. In Alkohol und Aether, überhaupt in allen Lösungsmitteln der Harze sind die Sorten dieses Gummi völlig unlöslich.

Das Gummi der Acacien enthält 12—17 Proc. Wasser, 0.36—1 Proc. Krümmelzucker, Spuren von Harz und Farbstoff. Die Aschenmenge beträgt etwa 3 Proc. Die Asche besteht vorwiegend aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurem Kali.

a) Sorten des arabischen Gummi.

Die wichtigsten Sorten des arabischen Gummi sind: Kordofangummi, Sennaargummi, Suakingummi, Geddahgummi und Mogadorgummi. Ersteres ist entschieden das beste. Es bildet rundliche Körner, die einen Längsdurchmesser bis zu 2 Centimetern erreichen. Die Stücke sind meist blass weingelb, seltener farblos oder dunkelgelb. Das Kordofangummi wird vornehmlich im Bezirke Bara gewonnen. Es kömmt von Kordofan über Dongola und Cairo nach Triest und Marseille. — Das Senegalgummi steht an Güte dem Kordofangummi zunächst und besteht meist aus blassgelblichen Körnern. — Das Suakingummi, auf der Hochebene von Takka gesammelt, wird von Suakin am rothen Meere verschifft. Es ist eine gelb gefärbte Sorte, die mehr oder minder mit dunkelrothbraunen Körnern untermischt ist. Nicht selten ist es kleinkörnig oder staubig. — Das Geddahgummi wird um Aden gesammelt und von dem arabischen Hafen Geddah verschifft. Diese Gummisorte ist wenig homogen und rein. Die Körner haben eine honiggelbe bis bräunliche oder schwärzliche Farbe. Trübe, blasige, mit Rindenstücken durchsetzte Stücke sind darin nicht

selten. Es ist etwas schwieriger als die schon genannten Sorten in Wasser löslich, hinterlässt oft einen Rückstand und hat einen süsslichen, gewürzhaften Geschmack. — Hiermit stimmt das marokkanische oder Mogadorgummi von *Acacia gummifera* sehr nahe überein. Es wird von Mogador aus verschifft.

b) Sorten des Senegalgummi.

Das Senegalgummi kömmt in sehr zahlreichen Sorten im Handel vor, die sich auf folgende drei Sammelproducte zurückführen lassen. 1) Gummi vom Unterlauf des Senegal (*gomme du bas du fleuve*). Diese häufigste und gemeinste Sorte des Senegalgummi bildet runde oder dicke, wurmförmige Stücke von gelblicher bis bräunlicher Farbe. Die wurmförmigen Körner sind manchmal farblos. Viele Stücke dieser Sorte wurden vom Boden aufgelesen und sind dann mit Sand oder Rindenstücken durchsetzt. 2) Gummi vom Oberlauf des Senegal (*gomme du haute du fleuve* = *gomme de Galam*). Dieses Sammelproduct zeichnet sich vor dem vorhergenannten durch grössere Reinheit aus. Zudem ist es weisser, spröder, etwas leichter löslich in Wasser, reich an ast- und wurmförmigen Stücken, die in dieser Sorte etwas dünner sind als in der vorhergehenden. 3) *Gomme friable (ou Salabreda).* Diese Sorte setzt sich aus zahlreichen wurmförmigen Stücken zusammen, welche entweder farblos oder nur sehr wenig gefärbt sind; nebenher treten eine Menge von Bruchstücken auf, die sehr verschieden in Form, Farbe und Grösse, stets jedoch sehr gebrechlich sind [1].

Die genannten Rohstoffe kommen über Frankreich in den europäischen Handel, werden aber vorher in dem genannten Lande und zwar vorzugsweise in Bordeaux, einer Sortirung durch Auslese und Siebung unterworfen, durch welche folgende Handelsproducte entstehen.

Gomme blanche. Dieses Gummi besteht aus farblosen oder nur wenig gefärbten Stücken, welche sich in Betreff des Aussehens den besten Sorten des arabischen Gummi's gleichstellen lassen. Die einzelnen Stücke, von kugeliger oder elliptischer Gestalt, haben einen Durchmesser von 1—4, meist von circa 2 Centimeter. Seltener erscheinen darin stark verlängerte, schwach wurmförmig gekrümmte Stücke. Die Oberfläche ist mit netzförmig angeordneten Risslinien durchsetzt, zwischen welchen man mit der Loupe eine zarte Parallelstreifung erkennt. Die genannten Eigenthümlichkeiten der Oberfläche und der geringe Glanz macht es möglich, diese Sorte von den besten Sorten des arabischen Gummi zu unterscheiden.

1) Vgl. Cat. des col. fr. p. 77.

Als Untersorte dieses Productes ist das *gomme petite blanche* anzusehen, welches bis auf die Grösse — die Stücke halten blos 0.5 bis 1.5 Centim. im Durchmesser — in allen Eigenthümlichkeiten mit der beschriebenen Sorte übereinstimmt.

Gomme blonde. Die Farbe der Körner ist weingelb, mit einem Stich in's Röthliche. Die Stücke gleichen in der Grösse den Stücken der Sorte *g. blanche*, manchmal sind sie sogar noch grösser. Die Oberfläche ist fast stets warzig, mit der Loupe gesehen, fein runzelig und gestreift. Sprunglinien sind nur spärlich zu finden.

Gomme petite blonde ist eine Untersorte, deren Körner sich von der genannten Sorte blos durch die Grösse unterscheiden. Der Durchmesser der Stücke beträgt blos 0.5—1.5 Centimeter.

Gomme vermicellée besteht aus ast- und wurmförmigen Stücken von weisslicher oder blassgelblicher Farbe.

Diesen drei schönsten und besten Sorten des Senegalgummi reihen sich folgende an.

Gomme fabrique stimmt nahe mit der Sorte *gomme blonde* überein, nur sind die Stücke dunkler und ungleicher in Form und Grösse.

Gomme boules setzt sich aus grossen kugeligen Stücken von Orangengrösse zusammen [1], welche in der Färbe zwischen *gomme blanche* und *gomme blonde* stehen, und wohl künstlich geformt sein dürften.

Die mit dem Namen *Galam en sorte* bezeichnete Waare besteht aus ungleich grossen und ungleich gefärbten Stücken, welche mit wurmförmigen Körnern und Rindenstücken durchsetzt sind und der Sorte *blonde* im übrigen ziemlich nahe kommen.

Hieran reihen sich die Sorten: *Gomme du bas du fleuve en sorte* und *Salabreda en sorte.* Erstere Sorte setzt sich hauptsächlich aus dick-wurmförmigen, äusserlich gestreiften oder gerunzelten Stücken von weingelber Farbe zusammen, welche meist 1—3 Centim. lang, 0.5—0.8 Centim. dick und oft mit papierdünnen, braunen Rindenstückchen bedeckt sind. Die Sorte *Salabreda* (auch *Sadrabeida* genannt) ist die ungleichförmigste von allen aufgezählten Arten des Senegalgummi. Sie besteht aus dünnen, ast- und wurmförmigen Körnern von weisser bis topasgelber Farbe, welche reichlich mit höchst verschieden (weiss, gelb, orangeroth bis braunschwarz) gefärbten Bruchstücken und kleinen Rindenstückchen gemengt sind. Die grosse Ungleichförmigkeit dieser Sorte lässt wohl annehmen, dass man

---

[1] Diese Sorte ist in den Schaufenstern der Pariser Apotheken häufig zu sehen.

es in dieser Gummisorte mit einem von verschiedenen Bäumen herrührenden Sammelproducte zu thun habe.

Baquaques et marons. Mit diesem Namen hat man die geringste Sorte des Senegalgummi belegt. Sie ist so stark mit Rinden und andern Verunreinigungen gemengt, dass die Menge der gummiartigen Substanzen in dieser Sorte im Mittel nur 73 Proc. beträgt. Die Körner dieser Sorte sind in Form und Farbe (braunroth, braunschwarz, zinnoberroth, selten grünlich) sehr verschieden. Diese Sorte hat einen süsslichen, karamelartigen Geschmack. Die Auflösung klebt relativ schwach[1]).

Alle aufgezählten Sorten bestehen aus grosskörnigen Stücken. Die Bruchwaare wird durch weitere Siebung in folgende Sorten geschieden.

Gomme gros grabeaux. Die Körner haben einen Durchmesser von etwa 8 Millim. Die wurmförmigen Stücke sind etwas länger.

Gomme moyens grabeaux. Körner gewöhnlich 5 Millim. im Durchmesser. Wurmförmige Stücke meist länger.

Gomme menus grabeaux. Körner 2—3 Millim. im Durchmesser. Wurmförmige Stücke fehlen.

Gomme poussière grabeaux. Homogener Gummistaub, dessen Körnchen gewöhnlich weniger als einen Millim. messen.

Die jährliche Ausbeute an Senegalgummi schwankt zwischen ½ bis 5 Millionen Kilogramm. Der Handel mit dieser Waare lässt sich blos bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts verfolgen und erst in den fünfziger Jahren dieses Jahrhunderts ist diese Waare für Europa von Bedeutung geworden. Der Gebrauch des arabischen Gummi's, selbst in den europäischen Ländern, reicht hingegen bis in's Alterthum.

Da die gefärbten Varietäten des arabischen und Senegalgummi wohl weisse Pulver aber keine farblosen Lösungen geben, wie solche für industrielle Zwecke gewünscht werden, so hat man auf Mittel gedacht, das gefärbte Gummi zu entfärben. Es sind hierfür von Piciotte zwei Methoden in Vorschlag gebracht worden, von denen die eine in einer Bleichung der Gummilösung durch eine gesättigte wässerige Lösung von schwefeliger Säure, die zweite darin besteht, dass man die Gummilösungen mit kleinen Mengen von Alaunlösungen mengt, und nach Ausfüllung des Thonerdehydrats durch Kalilauge, welches entfärbend auf das Gummi wirkt, die klare Lösung vom Niederschlage durch Abfiltriren trennt[2]).

---

1) Näheres über diese Sorte, welche wahrscheinlich ein künstlich sehr veränder-tes Sammelproduct ist, s.: Die technisch verwendeten Gummiarten p. 28 ff.

2) S. Schwanert und Stohmann in Muspratt's Chemie p. 1553 ff.

c) Cap-Gummi.

Diese für den europäischen Handel ziemlich unbedeutende Sorte kömmt mit ostindischen Schiffen nach Europa. Sie besteht aus trüben unreinen, dunkeln, schwer und unvollständig in Wasser löslichen Stücken.

d) Australisches Gummi.

Diese Gummiart, im englischen Handel und in den Heimathländern Wattle gum genannt, besteht aus halbkugeligen oder stalactitischen Stücken mit einer flachen Seite, mit der die Stücke, die eine Länge bis zu 10 Centim. erreichen, den Rinden der Stammbäume anhafteten. An dieser flachen Seite liegen oft noch kleine Rindenstückchen, welche mit der Gummimasse innig verbunden sind. Durch genaue mikroskopische Vergleichung der Rindenstücke mit der Rinde von *Acacia pycnantha Benth.* lässt sich erweisen, dass diese über das Innere von Neusüdwales verbreitete Acacie [1]) die Stammpflanze des australischen Gummis ist.

Diese Gummisorte ist von rothbrauner Farbe, durchscheinend, im Innern ziemlich homogen. Die Oberfläche der Stücke ist glatt und von netzartig verbundenen Sprunglinien durchsetzt. Die frische Bruchfläche ist entweder gänzlich oder doch an einzelnen Stellen matt. Diese matten Partien zeigen häufig eine zarte Parallelstreifung. Die Auflösung des australischen Gummi hat einen schwach süsslichen Geschmack. Trotz der dunkeln Farbe dieser Gummisorte zeichnet sie sich doch von den übrigen gefärbten Sorten des Acaciengummi vortheilhaft aus und zwar sowohl durch ihre leichte als vollständige Auflösung in Wasser.

Das australische Gummi wird in Neusüdwales und Südaustralien gesammelt. Ich habe Proben aus beiden Ländern untersucht und fand sie in den Eigenschaften völlig übereinstimmend.

Das sogenannte türkische Gummi des europäischen Handels besteht aus jenen Sorten von ostafrikanischem Gummi, welche über die Levante zu uns gelangen. Die mit indischen Schiffen nach Europa gebrachten Sorten des ostafrikanischen Gummi werden indisches Gummi genannt. Das sogenannte indische Gummi, nicht zu verwechseln mit dem unten beschriebenen echten ostindischen Gummi (Feroniagummi) ist geringer als türkisches Gummi.

Im englischen und deutschen Handel kömmt sogenanntes ostindisches, türkisches, Gedda-, berberisches, australisches und Senegalgummi vor. Im französischen Handel erscheint hauptsächlich Senegalgummi; vom arabischen Gummi kommen nur geringe Mengen, und zwar in bessern Sorten (»*turica*«, über Marseille eingeführt) [2]) vor. — Das »Granis-

1) The London Journal of Botany. I. p. 351.

2) Rapports du Jury intern. Exp. 1867. T. VI. p. 167.

gummi« des deutschen und österreichischen Handels ist gewöhnlich eine aus zerbrochenen Stücken von Senegalgummi (*gomme moyens grabeaux* oder *g. menus grabeaux*) bestehende Gummisorte.

Die reinsten und weissesten Sorten des Acaciengummi werden in der Liqueurfabrikation, zu feinen Appreturen für Seidenwaaren und Spitzen, ferner in der Medicin; mindere Sorten als Klebmittel, in der Fabrication von Zündhölzchen, zu ordinären Appreturen, im Zeugdruck und zur Bereitung von Wasserfarben: die geringsten in der Tintebereitung angewendet.

2) Feroniagummi.

Echtes ostindisches Gummi stammt von der zu den Aurantiaceen gehörigen *Feronia elephantum Corr.* Diese ausgezeichnete Gummisorte wird nicht nur in Indien stark angewendet, sondern erscheint auch als ostindisches Gummi auf dem Londoner Markte.

Das Feroniagummi unterscheidet sich nicht nur durch die Grösse der natürlichen Stücke, sondern auch durch den ausserordentlich lebhaften Glanz von den Sorten des Acaciengummi. Es bildet grosse, unregelmässige Klumpen mit höckeriger Oberfläche. Die Bruchstücke haben häufig noch eine Länge von 3—7 Centim. Die meisten Stücke sind durchsichtig und topasfärbig. Manche Stücke sind trübe und dann honiggelb bis braun und fettglänzend bis matt. Dieses Gummi ist ähnlich den besten Sorten des arabischen Gummi reichlich von tiefen Klüften durchsetzt. Es ist etwas weicher als arabisches Gummi. Irisirende Stücke finden sich häufig vor. Vom arabischen Gummi unterscheidet es sich nicht nur durch die früher angegebenen Kennzeichen, sondern auch durch sein Verhalten im polarisirten Lichte. Es zeigt nämlich zwischen den Nicols fast gar keine Polarisationsfarben. Wie Flückiger zuerst zeigte [1]) dreht dieses Gummi schwach nach rechts (im vierfachen Gewichte Wasser gelöst $0^{o}.4$ nach rechts). Die Dichte ist zur Characterisirung nicht zu benutzen, da die Menge der in dieser Gummiart eingeschlossenen Luft sehr variabel ist. Das Feroniagummi löst sich leicht und vollständig in Wasser auf, und giebt stark klebende Lösungen.

Der Wassergehalt des lufttrockenen Gummis beträgt 12.63 Proc. Es giebt 5.12 Proc. Asche.

Das Feroniagummi findet die gleiche Anwendung wie gute und mittlere Sorten von arabischem Gummi. Zur Herstellung von Wasserfarben soll nach dem Urtheile des bekannten englischen Miniaturmalers

1) Gummi und Bdellium vom Senegal. Schweizerische Wochenschrift für Pharmacie. 1869. Nr. 6, 7, 8.

Mr. Smart dieses Gummi allen übrigen Gummiarten vorzuziehen sein[1]). Es kömmt bedeutend billiger zu stehen als arabisches Gummi[2]).

3) Kirschgummi.

(*Gomme du pays, gummi nostras.*)

Diese Waare besteht vorwiegend aus den gummiartigen Ausschwitzungen der Kirsch-, Pflaumen-, Apricosen- und Mandelbäume. Im deutschen Handel scheint dieser früher oft benutzte Pflanzenstoff nicht mehr vorzukommen. In Frankreich wird er jedoch noch benutzt, wesshalb er hier nicht übergangen werden kann.

Nach Wigand[3]) entsteht dieses Gummi sowohl im Holzkörper als in der Rinde der genannten Bäume. Vorwiegend wird es nach diesem Forscher in der Rinde, und zwar in jener Partie gebildet, die er als Hornprosenchym bezeichnet.

Die Körner dieses Gummi haben halbkugelige oder nierenförmige Gestalt und messen oft mehrere Centimeter im Durchmesser. Die Oberfläche der Stücke ist anfänglich stets glatt, später wird sie netzartig durchklüftet. Die äusseren Partien der Körner erscheinen trübe, die inneren klar. Die Bruchflächen sind muschelig und stark glänzend. Die Farbe liegt zwischen blassgelblich und braun. Pflaumengummi ist gewöhnlich licht, Kirschgummi dunkel gefärbt. Dieses Gummi ist spröde, lässt sich jedoch nicht so leicht pulvern wie Acaciengummi; es schmeckt manchmal süsslich, wenn darin Zucker, oder zusammenziehend, wenn Gerbstoff vorkömmt; stets ist jedoch der Geschmack fade, gummiartig. Im Wasser löst sich dieses Gummi nie vollständig auf, sondern lässt stets eine Gallerte zurück. Im Polarisationsmikroskop erscheinen nur jene Sorten dieses Gummi, welche reich an löslichem Gummi sind, doppelbrechend.

Das Kirschgummi im weiteren Sinne führt im lufttrocknen Zustande 13—14 Proc. Wasser und giebt 2—3 5 Proc. Asche. Es besteht aus Cerasin, welches nach Gelis[4]) und Fremy[5]) metagummisaurer Kalk ist, und Arabin. Meist führt es, nach den Untersuchungen von Ludwig[6]) auch Krümmelzucker und Gerbsäure. Die Menge des Arabin scheint im Gummi der Pfirsich- und Mandelbäume nur gering zu sein, da sich diese beiden letztgenannten Gummiarten fast ganz in Wasser

1) Roxburgh Plants of the coast of Coromandel. T. II. p. 22.
2) Morgan's British Treade Journ. Febr. 1868.
3) Desorganisation der Pflanzenzelle. Pringsheim's Jahrb. III. p. 118—138.
4) Compt. rend. 44. 144.
5) Compt. rend. 50. 124.
6) Archiv der Pharm. Bd. 82. p. 153.

auflösen. Das Gummi der Kirschbäume führt nach Schmidt[1]) 52.1 Proc. Arabin und 34.9 Proc. Cerasin.

Die Handelswaare besteht gewöhnlich aus dem Gummi von Kirsch- oder Pflaumenbäumen.

4) Traganth.

Gummi Tragacantha.

Diese Gummiart stammt von strauchartigen Astragalus-Arten. Mit Sicherheit kennt man als Traganthpflanzen: *Astragalus creticus Lam.* und *A. Parnassii Boiss.*, welche über Griechenland und Creta verbreitet sind, ferner *A. verus Oliv.*, der in Kleinasien und Persien vorkömmt.

Der Traganth fliesst freiwillig aus den Stämmen der Traganthpflanzen aus. Die grossen meist stark gefärbten klumpigen Massen fliessen freiwillig aus natürlichen Wunden hervor. Die schönen blättrigen Formen treten aus künstlichen Einschnitten, die fadenförmigen Traganthkörner aus Stichwunden heraus. Der Traganth ist anfänglich weich, bis halbflüssig: nach 3—4 Tagen erstarrt er zu harten, zähen Massen von klumpen-, blätter- oder fadenförmigen Gestalten.

Lange hielt man den Traganth, wie alle Gummiarten, für eine structurlose Masse. Kützing[2]) war der erste, welcher Structurverhältnisse am Traganth auffand, die dieser Beobachter aber irrig, nämlich als Zellen eines Pilzes deutete. H. v. Mohl[3]) hat Kützing's Beobachtung, dass der Traganth einen gewebeartigen Bau nachweisen lasse, bestätigt, aber zudem den wichtigen Nachweis geliefert, dass diese Gummiart durch chemische Metamorphose aus den Cellulosewänden des Markes und der Markstrahlen der Stammpflanzen entsteht. Da die morphologischen Verhältnisse des Mark- und Markstrahlengewebes verschiedener Astragalus-Arten von einander differiren, und in den Traganthsorten die Structurverhältnisse der Stammpflanzen mehr oder weniger deutlich wiederzufinden sind, so ist begreiflich, dass man wenigstens jene Traganthsorten auf mikroskopischem Wege auseinander zu halten im Stande ist, welche von verschiedenen Astragalusarten abstammen. worauf Wigand (l. c.) zuerst aufmerksam gemacht hat.

Die Gestalt der Traganthkörner wurde schon erörtert; je nach der Form der Rindenöffnungen ist dieselbe faden-, blätterförmig, oder klumpig. Es ist hier nur noch zu bemerken, dass die fadenförmigen

1) Ann. Pharm. 51. 29.

2) Philosophische Botanik. I. p. 203.

3) Botanische Zeitung. 1857. p. 32 ff.

Stücke häufig schraubenförmig gewunden, und wenn sehr dünn, sogar gekräuselt sind.

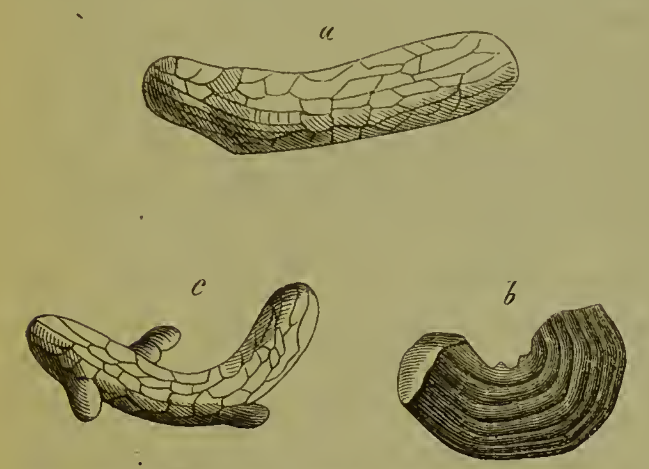


Fig. 4. Natürliche Grösse. Senegalgummi *a*, *b* wurmförmige Stücke, *c* astförmiges Stück.

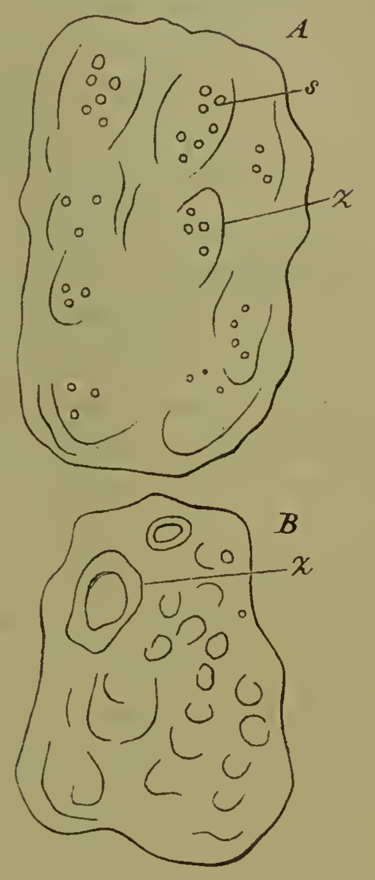


Fig. 5. Vergr. 200. *A* syrischer Traganth. *B* Kuteragummi. *s* Stärkekörnchen. *z z* Zellmembranreste. (Nach Wigand.)

Die Oberfläche der blätterigen Traganthe ist parallelstreifig, seltener die der fadenförmigen Stücke. Die klumpenförmigen Körner haben für das freie Auge eine glatte Begrenzungsfläche. Mit der Lupe betrachtet erscheint ihre Oberfläche entweder rissig, punctirt oder streifig.

Traganth ist weicher als Acacien- und Kirschgummi. Von beiden unterscheidet er sich auch durch seine zähe, hornartige Beschaffenheit. Während Acacien- und Kirschgummi sich nur schwer schneiden, hingegen leicht pulvern lassen, ist der Traganth leicht schneidbar, aber seiner Zähigkeit halber fast gar nicht pulverisirbar.

Die Farbe des Traganths liegt zwischen weiss und braunschwarz. Die lichten Sorten sind stets etwas gelblich, die dunkeln bräunlich, häufig auch etwas röthlich gefärbt. Manche Astragalus-Arten liefern vorwiegend lichte, andere vorwiegend dunkle Sorten. Aber so wie die Traganthkörner einer und derselben Pflanze in der Form verschieden sind, so sind sie es auch in Betreff der Farbe. Die käuflichen Farben- und Formvarietäten des Traganths sind nur durch Sortirung entstanden. — Die rein weissen Traganthsorten sind durchaus nicht die besten. Sie sind weniger dicht als die blassgelblichen, viel leichter schneidbar als diese. Die mikroskopische Beobachtung lehrt, dass ihre Substanz durchaus nicht weniger als die der blassgelblichen gefärbt ist, und dass ihre weisse Massenfarbe nur durch reichliches Vorhandensein von lufterfüllten Zellen hervorgerufen wird. — Der Traganth ist nur wenig durch-

scheinend und matt glänzend. — Die besseren, licht gefärbten Sorten dieser Gummiart haben einen faden, schleimigen Geschmack. Die dunkel gefärbten Sorten lassen einen unangenehmen säuerlichen Beigeschmack erkennen. In Wasser lösst sich nur ein Theil des Gummis auf. Der Rückstand, aus Bassorin bestehend, quillt darin alsbald zu einer Gallerte auf.

Die Structurverhältnisse des Traganths treten am besten hervor, wenn man die für die mikroskopische Beobachtung angefertigten Stücke in eine Flüssigkeit einlegt, welche nicht lösend oder quellend auf die Substanzen der Zellwände einwirken, z. B. in fettes Oel. Alle bis jetzt untersuchten Traganthe zeigten einen zelligen Bau. Die stets stark gequollene Wand jeder Zelle lässt mehr oder weniger deutliche Schichtung erkennen. Im Innern der Zellen treten fast immer Stärkekörnchen auf, vereinzelt oder gruppenweise, oft innerhalb der Zellwände ganze Klumpen bildend. Die Stärkekörnchen der Traganthsorten sind theils einfach, theils zusammengesetzt. Der Durchmesser der einfachen schwankt zwischen 0.004—0.015, reicht jedoch meist nur bis 0.012 Millim. Die zusammengesetzten Körnchen sind aus 2, seltener aus 3 bis 4 und noch mehr Theilkörnchen zusammengesetzt, welche in den Dimensionen mit den einfachen Körnern übereinstimmen. Die sehr häufig vorkommenden Zwillingskörner sind nach dem bekannten Typus der Tapioca-Stärkekörnchen gebaut.

Im polarisirten Lichte betrachtet, erscheinen viele Partien des Traganths in schönen prismatischen Farben, besonders die peripheren Theile der Körner. Dieses Polarisationsphönomen wird nicht, wie man vermuthen könnte durch die geschichteten Zellmembranen, sondern vielmehr durch die Anwesenheit der im Traganth niemals fehlenden in Wasser löslichen Gummiart hervorgerufen. Je reichlicher sie vorhanden ist desto schärfer treten bei gekreuzten Nicols die Polarisationsfarben hervor.

Chemisches Verhalten des Tranganths. Der Traganth besteht aus wechselnden Mengen von Bassorin (Traganthin) und einer in Wasser löslichen Gummiart, ferner aus Cellulose, Stärke, Wasser und Mineralbestandtheilen. Manchmal führt er etwas Zucker[1]. Spuren von organischen Säuren und Farbstoffen sind in den geringen Sorten nachgewiesen worden. — Das Bassorin (vgl. oben) wird gewöhnlich für quellbar in Wasser aber für unlöslich hierin angesehen. Nach Flückiger's[2]) neuen Untersuchungen soll es in grossen Mengen Wassers sich völlig auflösen. Die im Traganth vorkommende in Wasser lösliche Gummiart, kann trotz ihrer grossen Uebereinstimmung mit dem Arabin doch mit diesem chemischen Individuum nicht identificirt werden,

---

1) Ludwig, Archiv der Pharmacie. Bd. 82. p. 43, fand in Fadentraganth Krümelzucker.

2) Pharmakognosie des Pflanzenreiches. Berlin. 1867. p. 12.

da sie durch Bleizuckerlösung gefällt wird, eine Reaction, welche dem Arabin nicht zukömmt [1]). Das Bassorin klebt nicht, bindet aber stark nach erfolgter Eintrocknung. Die Mengen des leicht löslichen Gummis und des Bassorins sind in verschiedenen Traganthsorten verschieden. Vom ersteren Körper kommen im Traganth häufig mehr als 50 Proc. vor. — Die Menge der Cellulose scheint in den gut schneidbaren Varietäten des Traganths eine nicht ganz unbedeutende zu sein. Manche Traganthsorten sind sehr reich an Stärke, so dass sie mit Jodlösung behandelt eine intensiv blaue Farbe annehmen. Da mit dem Fortschreiten der chemischen Metamorphose die Cellulose- und Stärkemenge abnimmt, so ist begreiflich, dass gerade die geringen, gummiarmen Sorten des Traganths reich an den beiden genannten Körpern sein müssen. — Die lösliche Gummiart entsteht aus dem Bassorin. — Die Wassermenge des Traganths beträgt 11—17, die Aschenmenge 2—3 Proc. Die Asche enthält mehr als 50 Proc. kohlensauren Kalk [2]).

Nach den Productionsländern unterscheidet man den Traganth von Smyrna, den syrischen und Moreatraganth. — Der Traganth von Smyrna, der beste von allen wird nach neuen von Maltass herrührenden Angaben im Innern von Kleinasien bei Kaisarieh, Jabolatsch und zu Hamid in den Monaten Juli und August gesammelt. Die Landleute machen Einschnitte in die Traganthstämme worauf alsbald das Gummi austritt. Nach 3—4 Tagen ist der Traganth starr geworden und nunmehr reif zur Ernte. Diese Traganthsorte besteht vorwiegend aus schönen gelblichen oder weisslichen Blättern von 1—5 Centim. Länge. Die Blätter sind terassenförmig gebaut und aussen gestreift. Der syrische Traganth ist schon viel ungleichartiger in Form, Grösse und Farbe. Er enthält wohl auch blätterartige Körner, die aber stärker gelblich und dicker als der Blättertraganth der erstgenannten Art sind. Diese Traganthsorte ist häufig durch Rinden- und Holzstückchen, welche von den Stammpflanzen herrühren, verunreinigt. Der Traganth von Morea besteht vorwiegend aus langen, dünnen oft gewundenen und gekräuselten und knäuelförmig gestalteten Fäden, worunter einzelne Stücke sich vorfinden, welche an Weisse mit dem besten Smyrnatraganth wetteifern. Nach Heldreich [3]) kömmt dieser Traganth von den Bergen des nördlichen Morea und stammt von *Astragalus Parnassii Boiss. var. Cyllenea Boiss. et Heldr.*

Die sortirte Handelswaare zerfällt in drei Arten, welche nach der

1) S. Frank, Chemisches Centralbl. 1865. p. 902 ff. Flückiger l. c. p. 12.

2) Vgl.: Gmelin, Handbuch der Chemie. VII. 1. Abth. p. 657. Flückiger l. c. p. 21. Ludwig l. c. p. 38.

3) Die Nutzpflanzen Griechenlands. Athen. 1862. p. 71.

Form der Zusammensetzungsstücke Blätter-, Stengel- und Körnertraganth genannt werden. Der kleinasiatische Rohstoff liefert viel Blätter-, der griechische Rohstoff viel Stengeltraganth. Der Körnertraganth setzt sich theils aus natürlichen runden Traganthkörnern, theils aus Bruchstücken von Stengeln und Blättern zusammen. Die Fadentraganthe (Vermicelli, feine Stengeltraganthe) werden durch Absieben von den grobkörnigen, zumeist aus zerbrochenen Stengeln bestehenden Traganthmassen, getrennt, welche für sich im Handel den Namen Sesam-seed führen[1].

Der Traganth hat ein so specifisches Gepräge, dass er nur schwer verfälscht werden kann. Ich habe in keiner der zahlreichen Traganthsorten des Handels, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, Verfälschungen aufgefunden. Es soll indess schon die Waare in der Levante manchmal mit zwei Gummiarten verfälscht werden, welche die Namen Moussoli und Caraman[2] führen, und die von wilden Pflaumen- und Mandelbäumen herrühren sollen. Kleinkörnige Traganthsorten werden angeblich manchmal mit kleinkörnigen arabischen oder Senegalgummi, die geringer im Preise stehen als derartige Traganthe, versetzt. Die in diesem Abschnitte aufgeführten Eigenthümlichkeiten des Acacien- und Traganthgummi geben genügende Anhaltspuncte, um eine derartige Verfälschung nachweisen zu können. Nach Planche[3] soll es gelingen selbst wenige Procente von arabischem oder Senegalgummi im Traganth durch Guujactinctur nachzuweisen. Weingeistige Guujactinctur soll nämlich den Traganthschleim gar nicht, die Lösung von arabischem und Senegalgummi hingegen blau färben.

Kutera- und Bassoragummi, in den Structurverhältnissen mit dem Traganth übereinstimmend, können den geringen Sorten des Traganths im Werthe gleichgestellt werden. —

Afrikanischer Traganth. Unter diesem Namen beschrieb Flückiger[4] eine dem Traganth nahestehende Gummiart, welche aus der im westlichen Afrika (Senegambien bis Congo) in grosser Menge vorkommenden *Sterculia Tragacantha* Lindl. in solchen Massen austritt, dass nach Flückiger's Ansicht diese Waare für den Weltmarkt Bedeutung zu erlangen verspricht. Diese Gummiart bildet farblose bis gelbliche stalactitische Massen, welche nur in sehr dünnen Schichten durchsichtig sind. Das chemische Verhalten des afrikanischen Traganth stimmt mit dem des gewöhnlichen Traganths nahezu überein, doch führt er 20 Proc. Wasser und liefert 7.8 Proc. Asche. Auch darin unter-

1) Schwanert und Stohmann in Muspratt's Chemie. II. p. 1561.

2) Ueber dieses Gummi s. Zeitschrift des österr. Apothekervereins. 1865. p. 545.

3) Schwanert und Stohmann l. c. p. 1563.

4) Pharmaceutical Journal for May 1869.

scheidet sich der Sterculiatraganth von dem gewöhnlichen, dass das darin vorkommende, in Wasser lösliche Gummi nicht durch Bleizucker gefällt wird, sondern dass seine Auflösung erst mit basisch essigsaurem Bleioxyd eine Trübung giebt. Morphologisch besteht ein grosser Unterschied zwischen Sterculia- und gewöhnlichem Traganth, indem ersterer nach Flückiger's mikroskopischen Untersuchungen, nicht nur keinerlei Structurverhältnisse zeigt, sondern auch keine Stärkekörnchen führt.

Die besseren Sorten des Traganths dienen im Kattundruck als Verdickungsmittel für Farben, in der Appretur von Seidenwaaren und Spitzen und in der Conditorei, geringe Sorten werden von Schuhmachern zum Glänzendmachen des Sohlenleders verwendet[1]). —

Minder wichtig als die im Vorhergehenden besprochenen Gummiarten sind das Anacardium-, das Cocos-, Chagual-, Cochlospermum- und Moringagummi.

Anacardium-Gummi.

Diese Gummiart (*gomme d'acajou*) wird auf Martinique, Guadeloupe und in Brasilien gesammelt, und rührt von dem in Westindien und Südamerika häufig vorkommenden Baume, *Anacardium occidentale L.* her. Sowohl im physikalischen als chemischen Verhalten steht diese Gummiart dem Acaciengummi am nächsten. Die Farbe dieses Gummi's ist topasgelb bis braunröthlich. Das Pulver ist weiss bis blassgelbröthlich. Es bricht glasig und glänzt auf frischer Bruchfläche lebhaft. Es ist weicher als arabisches Gummi und weniger durchsichtig als dieses. Wie die Lösung des Arabins dreht auch die Lösung des Anacardiumgummi links. Im Polarisationsmikroskop verhält es sich gleich dem Acaciengummi.

Der gummöse Bestandtheil dieser Gummiart löst sich fast völlig in Wasser zu einer gelblichen stark klebenden Flüssigkeit. In der Auflösung des natürlichen Gummi schwimmen kleine braunrothe Schuppen, nämlich Reste des Rindengewebes, ferner kleine Flöckchen, wahrscheinlich Bassorin. Das in Wasser lösliche Gummi besteht aus Arabin und Dextrin. Das Gummi führt 17.29 Proc. Wasser und liefert 1.22 Proc. Asche.

Das Anacardiumgummi ist mit mittleren und geringeren Sorten von arabischem und Senegalgummi gleichwerthig.

---

2) Schwanert und Stohmann l. c. p. 1564.

Cocosgummi.

Das Cocosgummi (*gomme de coco*, *Haari tapau* der Bewohner von Tahiti) [1]) soll von der Rinde der Cocospalme abgeschieden werden. Der caramelartige Geschmack und Geruch dieser Gummiart lassen annehmen, dass dieselbe wohl kein unmittelbares Naturproduct ist. Es bildet stalactitische Massen von oft traubenförmiger Gestalt. Die Stücke sind rothbraun bis zirkonroth von Farbe, durchscheinend, in dünnen Schichten durchsichtig. Dem freien Auge erscheint die Oberfläche völlig glatt. Bei 70facher Vergrösserung lässt die Oberfläche viele zarte Streifen und facettartig vereinigte Sprunglinien erkennen. Auf frischer Bruchfläche glänzt dieses Gummi. In der Härte stimmt es mit dem arabischen Gummi, in der Zähigkeit mit dem Traganth überein. Es lässt sich fast noch schwerer als Traganthgummi in der Reibschale zerkleinern. Die Dichte schwankt zwischen 1.45—1.57. Im polarisirten Lichte verhält es sich einfach lichtbrechend. In Wasser löst es sich nur sehr unvollständig unter Zurücklassung einer Bassoringallerte auf.

Diese Gummiart besteht aus Bassorin, löslichem, durch Bleizucker fällbarem Gummi, Dextrin, Zucker, einer caramelartigen Substanz, Wasser und Mineralbestandtheilen. Die Menge des Bassorins beträgt 70—90 Proc. Das Cocosgummi ist mithin die bassorinreichste von allen bekannten Gummiarten. Es führt 12.5 Proc. Wasser und liefert 1.74 Proc. Asche.

Chagualgummi.

Diese ausgezeichnete, aus grossen, topasartigen Stücken bestehende Gummiart wird von der zu den Bromeliaceen gehörigen *Puya coarctata Gay* = *Pourretia coarctata Ruiz et Pav.* hergeleitet. Die an der Innenseite der hohlcylindrischen Gummistücke vorkommenden Gewebsstücke geben einige Anhaltspuncte zur Auffindung der Stammpflanze. Ein Vergleich dieser aus Oberhaut und kleinen Parenchymresten bestehenden Gewebsstücke mit den correspondirenden histologischen Elementen der Puya-Arten gestattet zunächst den Schluss, dass sich diese Gummiart über dem Stamme einer *Puya* ergossen haben musste. Aber durch genaue Vergleichung des anhaftenden Gewebes mit den Stammgeweben der *Puya coarctata* hat sich ergeben, dass die genannte Pflanze dieses Gummi nicht liefert. Nach Gay [2]) ist die Pflanze *Chagual* allerdings die von ihm beschriebene *Puya coarctata*. Es wird aber bei Besprechung dieses Gewächses nicht ausgesagt, dass sie eine Gummiart liefere. Ueberhaupt wird keine der drei von Gay als in Chili vorkommend

---

1) Cat. des col. fr. p. 73.

2) Historia fisica y politica de Chili 1845—1852. VI. p. 11.

aufgeführten Puya-Arten als gummigebend bezeichnet. Dagegen geben Ruiz und Pavon in ihrer Flora peruviana et chilensis [1]) an, dass aus der riesigen Blüthespindel der in Peru vorkommenden *Puya lanuginosa Schult.* ein »krystallartiges« Gummi ausfliesst. Da die letztgenannte Pflanze in Chili nicht vorkömmt, das Chagualgummi aber nach übereinstimmenden Angaben aus Chili kömmt, so kann dieses Gewächs keineswegs mit Sicherheit als Stammpflanze der Drogue angesehen werden. Einstweilen muss man sich wohl damit begnügen, das Chagualgummi von einer südamerikanischen Puya-Art abzuleiten. Nach neueren Berichten von F. Leybold in St. Jago de Chile stammt das Chagualgummi von mehreren Pourretia-Arten ab, und soll seine Bildung durch die Raupe der *Kastnia elegans* veranlasst werden [2]).

Das Chagualgummi, auch Maguey-Gummi genannt, besteht aus Bruchstücken von Hohlcylindern verschiedener Grösse, denen eine Dicke von 0.2—1.5 Centim. zukömmt. Die etwas unregelmässig geformte Aussenseite ist von, sich polygonal abgrenzenden, Sprunglinien durchsetzt. Die concave Innenseite jedes Bruchstückes ist sehr regelmässig der Länge nach parallel gestreift, und stellt einen genauen

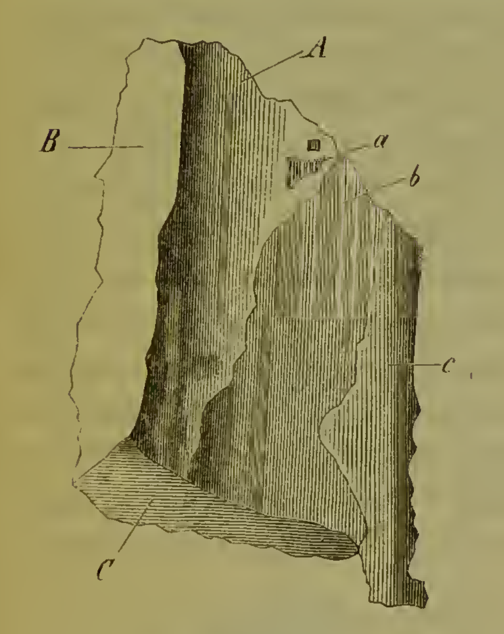


Fig. 6. Natürl. Grösse. Chagualgummi *A* concave Innenseite eines Bruchstückes. *B* radiale Längsbruchfläche. *C* Querbruchfläche. *a b* anhaftendes Oberhautgewebe. *c* Abdruck der Skulptur des Stammes, über den sich das Gummi ergoss.

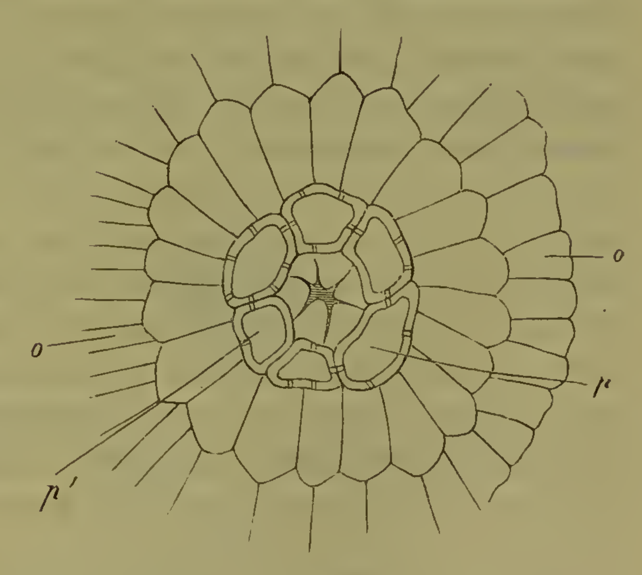


Fig. 7. Vergr. 300. Gewebsstück von der Innenseite des Chagualgummi. *oo* Oberhautzellen. *pp* daran haftendes dickwandiges Parenchym.

Abdruck der Stengeloberfläche der Stammpflanze dar. An vielen Stellen ist diese streifige Innenfläche des Gummi mit der Oberhaut der

1) T. III. p. 33.

2) Zeitschrift des österr. Apothekervereins 1871 p. 372.

Stammpflanze und kleinen anhaftenden Parenchymresten überdeckt. Das weisse, glanzlose Gewebe hebt sich scharf von der glänzenden, nackten Oberfläche des Gummi's ab. — Nach der Wölbung der Stücke zu urtheilen, dürften die Stämme, über deren Oberfläche sich das Gummi ergoss, einen Durchmesser von 2—3 Centim. gehabt haben.

Die Bruchstücke des Chagualgummi sind vorwiegend glashell und von dichter gummiartiger Structur. Seltener sind trübe und von Luftblasen durchzogene Stücke. Der Bruch des Gummi's ist muschelig, die Farbe topasgelb. Die Härte stimmt mit jener des arabischen Gummi überein. Das Chagualgummi ist wohl auch zähe, aber doch nicht in dem Grade wie der Traganth. Die Dichte beträgt nach völliger Entfernung der Luft 1.866. — Sehr characteristisch für diese Gummiart ist auch deren Verhalten im polarisirten Lichte. Jedes Stück zeigt bei gekreuzten Nicols in Folge scheinbarer Doppelbrechung die schönsten prismatischen Farben. Ein quer oder der Länge nach radial durchschnittenes Stück lässt aber zudem noch eine concentrische Anordnung der Farben scharf hervortreten. — Diese Gummiart hat einen rein schleimigen Geschmack.

Das Chagualgummi gehört zu den bassorinreichsten aller bekannten Gummiarten. Es löst sich deshalb nur in geringer Menge (15.83 Proc.) in Wasser auf. Der Rückstand giebt eine stark lichtbrechende, krystallhelle Gallerte, welche wie die Lösung des Gummi sauer reagirt. Die Gallerte klebt nur wenig, bindet aber stark nach erfolgter Eintrocknung. — Das in Wasser lösliche Gummi verhält sich in allen Reactionen genau so wie das im Traganth vorkommende lösliche Gummi. Die Gallerte besteht der Hauptmasse nach aus Bassorin. Mit einer Lösung von kohlensaurem Natron nimmt die Gallerte sogleich eine citrongelbe Farbe an, und schon hierdurch lässt sich das Chagualgummi leicht von den übrigen bassorinhaltigen Gummiarten unterscheiden. Dextrin ist in diesem Gummi nicht nachweisbar. Zucker kömmt darin nur spurenweise vor. Es enthält 13.46 Proc. Wasser und liefert 2.43 Proc. Asche.

Gummi von Cochlospermum Gossypium.

Das Gummi des in Indien häufig vorkommenden *Cochlospermum Gossypium* erschien auf den letzten Weltausstellungen und soll bereits im englischen Handel als geringe Traganthsorte vorkommen. Diese Gummiart bildet braune, fast undurchsichtige Körner von glatter aber glanzloser Oberfläche. Lässt sich leichter als Traganth pulvern und giebt beim Zerreiben im Mörser ein blass braunröthliches Pulver. Im Wasser ist das Gummi nur theilweise löslich. Weingeist entzieht den Farbstoff und etwas Zucker. Ich konnte in dieser Gummiart keine Structurverhältnisse wahrnehmen. Nach der Behandlung mit Wasser

und Kochen des Restes in einer Sodalösung bleiben kleine Gewebsreste in Form röthlicher Schüppchen und Flöckchen zurück.

Das Gummi von *Cochlospermum Gossypium* scheint eine ziemlich complicirte chemische Zusammensetzung zu haben. Ich habe darin Bassorin, Cerasin, kleine Mengen von Dextrin, eine mit dem löslichen Theile des Traganths übereinstimmende Gummiart, ferner Wasser und Mineralbestandtheile aufgefunden. Es enthält 15.3 Proc. Wasser und giebt 1.98 Proc. Asche.

Gummi von Moringa pterygosperma.

Moringa pterygosperma ist eine in vielen Gegenden Indiens gemeine Capparidee, aus deren Stämmen das Gummi (*gomme de ben-ailé*) reichlich ausfliesst. Es bildet Körner oder fadenförmige Stücke von meist 2—4 Centim. Durchmesser. Die Körner haben eine glatte, die Fäden eine der Länge nach parallel gestreifte Oberfläche. Die frische Bruchfläche des Gummi's ist anfänglich stark fettglänzend, wird aber bald matt. Die Farbe des Gummi's ist röthlichbraun bis braunschwarz, in Pulverform graugelb mit einem Stich in's Zimmtbraune. Die Härte ist etwas grösser als die des arabischen Gummi. Es lässt sich leicht pulvern. Die Dichte schwankt wegen wechselnden Mengen eingeschlossener Luft zwischen weiten Grenzen. Das Gummi zeigt einen ausgezeichneten zelligen Bau, der hier noch schärfer als am Traganth ausgeprägt ist. Einzelne Zellen führen einen im Mikroskop hellbraun-



Fig. 8. Vergr. 400. Gummi der *Moringa pterygosperma Gärt.* *A* in verdünntem Alkohol. Zellen unverändert. *B* in Wasser präparirt. *a* quellende Zellwand; *b* gefärbter, in Wasser unlöslicher Zellinhalt. *C α β* Zellreste, welche nach der Erschöpfung des Gummi's mit Wasser zurückbleiben.

roth erscheinenden Farbstoff. Stärkekörner kommen in den Zellen nicht vor. Die äusseren Schichten der Zellmembranen, vorwiegend aus im Wasser löslichen Gummi zusammengesetzt, sind meist weniger gut als die inneren, welche vorzugsweise aus im Wasser blos aufquellendem Gummi bestehen, erhalten. Die Substanz des Gummi erscheint im Polarisationsmikroskop einfach lichtbrechend.

Das Gummi weicht in der chemischen Zusammensetzung wesentlich von den anderen Gummiarten ab, indem neben Bassorin, Dextrin und einer in Wasser löslichen Gummiart, welche mit der in Wasser löslichen Gummiart des Traganths zusammenstimmt, ferner neben Wasser und Mineralbestandtheilen noch in Alkohol und Aether lösliche Substanzen darin vorkommen. Von dem natürlichen Gummi lösen sich 8.30 Proc. in Alkohol, vom Rückstande 7.85 Proc. in Aether. Der in Alkohol, Aether und Wasser unlösliche Theil löst sich fast gänzlich in Alkalien auf, er besteht vorwiegend aus Bassorin. — Die Wassermenge des Gummi beträgt 11.71, die Aschenmenge 1.81 Proc.[1]).

Es sei an dieser Stelle kurz erwähnt, dass das in neuerer Zeit oft genannte Perugummi[2]) keine eigentliche Gummiart, sondern das zerkleinerte Gewebe eines Pflanzentheiles — wahrscheinlich eines knollenförmigen Rhizomes — ist, welches, ähnlich wie Salep, Eibischwurzel, Flohsamen u. s. w. unvollständig in Gummi umgewandelt ist. Es setzt sich nur aus geformten Elementen, vorzugsweise parenchymatischer Natur, zusammen, wie sich bei der Präparation des Pulvers in fettem Oel erweisen lässt. In chemischer Beziehung steht es dem Salep nahe. Das Perugummi führt 12.72 Proc. Wasser und liefert 4.82 Proc. Asche. Wasser löst von der ursprünglichen Substanz 72.54 Proc. auf, wovon 33.97 Proc. durch Alkohol und neutrales essigsaures Bleioxyd fällbar sind. Alkohol löst von der unveränderten Substanz 48.69 Proc.[3]).

---

1) S. Wiesner und Beckerhinn: Ueber das Gummi von Moringa pterygosperma in Dingler's polytechn. Journal Bd. 193, p. 166. und: Die technisch verw. Gummiarten etc. p. 50 ff.

2) S. u. a. Liecke: Polytechn. Journal Bd. 188. p. 507.

3) Näheres über die morphologischen und chemischen Eigenschaften des Perugummi s. C. Beckerhinn: Dingler's polyt. Journ. Bd. 193, p. 163. und: Die tech. verw. Gummiarten etc. p. 52—55.

Zweiter Abschnitt.

Harze[1]).

Obwohl sich die Harze chemisch nicht scharf definiren lassen und in der wissenschaftlichen Chemie nicht mehr als selbständige Körpergruppe aufgeführt werden, so hält man in practischen Wissenszweigen und zwar in der Technologie, Waarenkunde und Pharmakognosie noch an diesem Begriffe fest, und wird ihn wohl auch in Zukunft nicht entbehren können, weil mit dem Ausdrucke »Harz« eine grosse Zahl von häufig in der Natur vorkommenden und practisch verwendeten Substanzen, welche viele sehr characteristische Eigenschaften gemein haben, kurz bezeichnet und treffend zusammengefasst werden.

In den genannten Wissenszweigen versteht man unter Harzen alle jene natürlich vorkommenden festen und dann spröden und halbfesten Körper, die im Aussehen den Gummiarten nahe kommen, in Wasser unlöslich, in Aether, Alkohol und Schwefelkohlenstoff löslich sind, reich an Kohlenstoff, arm an Sauerstoff und frei von Stickstoff sind und mit russender Flamme brennen. Keines der Harze ist ein chemisches Individuum, vielmehr wie alle unmittelbar von der Pflanze gelieferten Stoffe ein complicirtes Stoffgemenge. Die integrirenden Bestandtheile der Harze sind die Harzsäuren, saure, kohlenstoffreiche Substanzen, welche aus kohlensauren Alkalien die Kohlensäure austreiben und sich mit den Alkalien zu in Wasser schäumenden Verbindungen, sogenannten Harzseifen verbinden. Neben den Harzsäuren treten in den natürlichen Harzen auch noch ätherische Oele, Gummiarten, oft Zimmt- und Benzoësäure, ferner häufig die gewöhnlichen Bestandtheile der Pflanzengewebe, wie Cellulose, Gerbstoffe, Huminkörper u. s. w. auf.

Die ältere Chemie unterschied Hartharze, Weichharze und Federharze. Die beiden ersteren fasst man jetzt als Harze zusammen, da

1) S. p. 22.

zwischen beiden nur graduelle Unterschiede existiren und die meisten Weichharze schon nach längerem Liegen in Hartharze übergehen. Die Federharze, zu welchen man früher die Kautschukarten zählte, und denen man heute noch einige andere Körper unterordnen müsste, die in einem der nächsten Abschnitte (Kautschukgruppe) beschrieben werden sollen, werden heute nicht mehr den Harzen zugezählt, da nicht nur ihre physikalischen Eigenschaften sehr beträchtlich von jenen der eigentlichen Harze abweichen, sondern weil sie von diesen auch chemisch völlig verschieden sind.

Gegenwärtig unterscheidet man ganz naturgemäss drei Harzgruppen: 1) gewöhnliche Harze, 2) Gummiharze, 3) Balsame. Die Gummiharze unterscheiden sich von den gewöhnlichen Harzen nur durch Gehalt an Gummi. Unter Balsamen versteht man entweder gewöhnliche Harze, die wie Terpentin oder Canadabalsam sehr reich an ätherischen Oelen sind, welche letzteren entweder sämmtliche harzige Bestandtheile oder doch einen grossen Theil derselben in Lösung halten, wodurch syrupdicke Massen entstehen; oder aber Körper wie den Perubalsam, der in den äusseren Characteren mit den harzführenden Balsamen übereinstimmt, chemisch genommen jedoch nur arm an harzartigen Körpern, hingegen reich an einer flüssigen, neutralen Substanz ist, die in naher Beziehung mit bestimmten Harzen steht.

I. Physikalische und naturhistorische Characteristik.

Form und Grösse der natürlichen Harzstücke. Die festen Harze haben häufig tropfenförmige, stalactitische oder knollenartige Gestalten. Verbreitet sich das Harz über die Oberfläche eines Pflanzentheiles und sammelt es sich an diesem an, so kommen meist tropfenförmige oder stalactitische Formen zum Vorschein; fliesst die Harzmasse in den Boden, wie dies bei vielen Copalen der Fall ist, so bilden sich Knollenformen.



Fig. 9. Natürliche Grösse. Rothes Akaroïdharz aus Australien. *a* unterste, oxalsauren Kalk führende Gewebsschichten, *b* verharzte Gewebsschichten, *c* verharzte Gewebsstränge, *d* homogen erscheinendes Harz.

Seltener kömmt es vor, dass die Harze andere als die genannten Gestalten annehmen, und selbe sind fast immer für die Art des Harzes bezeichnend. So bildet z. B. das rothe Akaroïdharz dicke, platten-

förmige Stücke, welche an vielen Stellen noch die Formverhältnisse jener Organtheile, aus welchen das Harz entstanden ist, darbieten. Das sogenannte Wurzelpech der Fichte, die Siambenzoë bilden schwach gewölbte Platten. Der Kieselkopal zeigt die Gestalt von Rollsteinen und verdankt seine Form wie diese dem Umstande, dass er in Flussbetten weitergeführt wurde.

Die tropfenförmigen Harzkörner haben häufig eine ziemlich constante Grösse. Stalactitische und Knollenformen variiren hingegen in Bezug auf die Dimension und erreichen unter Umständen, wie manche Copale, eine ausserordentliche Grösse.

Künstliche Formen. Manche Harze erscheinen im Handel in künstlich erzeugten Gestalten, so z. B. das Drachenblut in Form von Stangen oder Thränen, das Gummigutt in Cylindern, der Schellack in Blättern, über welche Formen bei Besprechung der betreffenden Harze noch näher abgehandelt werden wird.

Die Oberflächenbeschaffenheit vieler Harze bietet wichtige Anhaltspuncte für deren Characteristik dar. Beim rothen Xantorrhoeaharz ist die Fläche, mit der das Harz dem Stamme anhaftete, rauh, matt, unverharzt und zeigt Structureigenthümlichkeiten, deren ich unten bei Besprechung dieses Harzes noch gedenken werde. Die Oberfläche mancher Harze bedeckt sich in Folge von starker Zusammenziehung und später folgender, eigenthümlicher regelmässiger Abwitterung mit polygonal begrenzten Wärzchen. Es kömmt dadurch eine regelmässige Facettirung, die man beim Copal von Zanguebar schon mit freiem Auge sieht (sogenannte Gänsehaut), beim Sandarac jedoch erst mit der Loupe wahrnimmt, zustande. Das Röhrengummigutt zeigt oft einen Abdruck der inneren Sculptur des Bambusrohrs, welches zum Auffangen des Harzsaftes der Bäume behufs Gewinnung dieser Sorte des Gummigutts benutzt wird. Beim längeren Liegen an der atmosphärischen Luft überzieht sich jede Gummiguttsorte mit einer grünlichen Schicht.

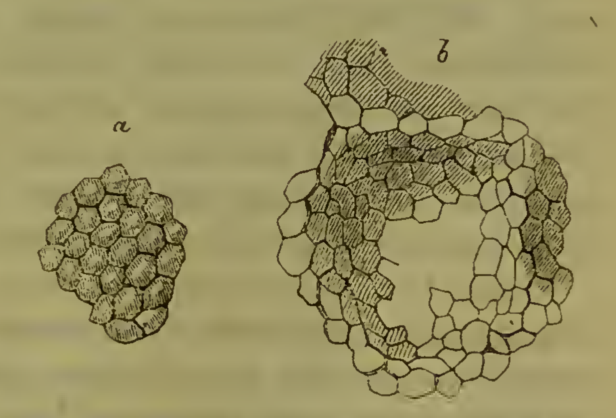


Fig. 10. Oberflächengestalt des Zanguebarcopals. *a* mehrere Warzen bei 2-; *b* eine Warze bei 30maliger Vergrösserung.

Die Harze bieten nur selten ausgesprochene Structurverhältnisse dar, gewöhnlich erscheinen sie als dichte, homogene Massen. Die Benzoë, das gelbe Xantorrhoeaharz und die geringeren Sorten von Drachenblut lassen jenes Gefüge erkennen, welches der Mineraloge als Mandelstructur bezeichnet. Es liegen nämlich in einer mehr oder

minder feinkörnigen Grundmasse abgerundete, anscheinend dichte Körner, die sich auch in der Farbe von der Substanz, in der sie dicht eingebettet liegen, unterscheiden. — Der sogenannte gesponnene Schellack hat eine feinfaserige Structur. Jene Sorte von Terpentinharz, die wir unten als Wasserharz kennen lernen werden, ist von kugeligen Poren durchsetzt, welche in den inneren Partien dieser Harzsorte mit Wasser, in den peripheren mit Luft gefüllt sind. Viele dieser Poren sind gross, viele erst mit der Loupe oder dem Mikroskope erkennbar.

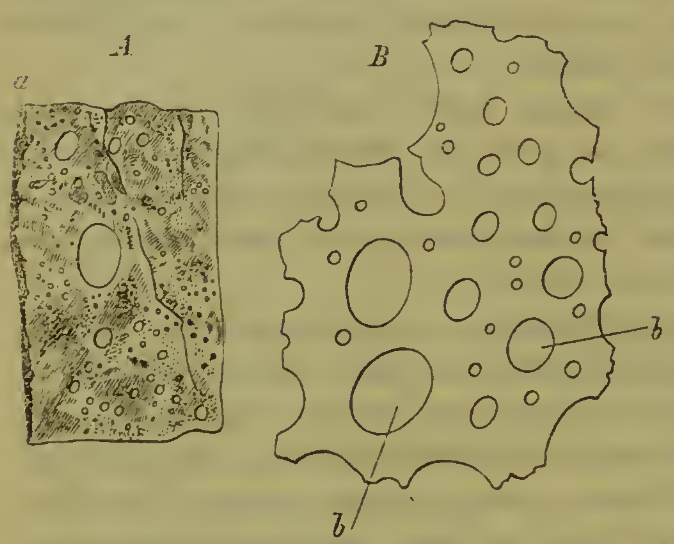


Fig. 11. Wasserharz (eine Sorte von Terpentinharz). *A* natürliche Grösse, *a* dunkle, wasserarme Hülle. *B* Vergr. 300. *b* mit Wasser erfüllte Hohlräume.

Die Harze sind meist gänzlich amorph. Nur wenige sind mit krystallisirter Substanz durchsezt und nur sehr wenige bestehen vorwiegend aus Krystallen. Viele Terpentine enthalten Abietinsäure in Form von Krystallen. Diese sind von der Flüssigkeit, in der sie suspendirt sind, optisch so stark verschieden, dass man sie im Mikroskope sofort erkennt. Auch in den Terpentinharzen ist die krystallisirte Substanz stets deutlich wahrzunehmen. Bei den Elemiharzen, welche sehr reich an krystallisirten Bestandtheilen sind, manchmal vorwiegend aus diesen bestehen, stimmt die amorphe Grundsubstanz so nahe im Lichtbrechungsvermögen mit den krystallisirten Antheilen überein, dass man in einem Splitter dieser Harze die letzteren erst erkennt, nachdem man die amorphe Substanz durch Alkohol in Lösung gebracht hat.

Das Lichtbrechungsvermögen der Harze bietet nur selten Anhaltspuncte für deren Characteristik dar. Alle Bestandtheile der Harze bis auf die krystallisirten Antheile sind nicht nur, sondern erscheinen auch, im polarisirten Lichte gesehen, einfach lichtbrechend. Jene bei Gummiarten so häufig anzutreffende scheinbare Doppelbrechung ist bis jetzt noch an keinem Harze gesehen worden. — Die Brechungsindices der Balsame können zu deren Characteristik mit Vortheil benutzt werden. Es stimmt beispielsweise der Mekkabalsam im Brechungsindex so nahe mit der Kartoffelstärke überein, dass dieser Körper in dem genannten Balsam sorgfältig vertheilt, bei Betrachtung im Mikroskope fast verschwindet, nämlich nur bei starker Abblendung mit matten Contouren erscheint und eben nur gesehen wird. Verfälschungen des

Mekkabalsams mit fetten Oelen und anderen Balsamen können durch Kartoffelstärke aufgedeckt werden.

Die Farbe der Harze ist für manche Arten bezeichnend, so die gelbe in's Leberbraune geneigte Farbe des Gummigutt, die rothe Farbe des Drachenbluts und des rothen Xantorrhoeaharzes, die weisse Farbe der Siambenzoë und des Gommartharzes, die schwarze Farbe einiger Colophoniumsorten u. s. w. Manche Harze sind farblos. Meist liegt ihre Farbe zwischen gelb und braun.

In Bezug auf Durchsichtigkeit zeigen die Harze ein sehr verschiedenes Verhalten. Manche erscheinen glasartig durchsichtig (einige Capale), andere völlig undurchsichtig (Xantorrhoeaharze, Drachenblut). Meist sind sie für das freie Auge blos durchscheinend. Mikroskopische Splitter, selbst der völlig undurchsichtig erscheinenden, sind stets zum mindesten durchscheinend und lassen das Licht oft mit anderen Farben durchfallen, als ihrer Massenfärbung eigen ist. So sind z. B. kleine makroskopische Splitter von rothem Xantorrhoeaharz rubinroth, mikroskopische hingegen goldgelb.

Der Glanz der meisten Harze gleicht dem des Glases. Doch kommt auch Fett-, Wachsglanz und Glanzlosigkeit vor. Es sind z. B. die sogenannten Mandeln des Benzoë wachsglänzend, mindere Sorten von Benzoë und Drachenblut fettglänzend, einige Elemiharze völlig glanzlos.

Der Bruch der Harze ist meist glasartig und dann oft muschelig. Doch kömmt auch ebener, körniger, erdiger und splitteriger Bruch vor. Die Siambenzoë bricht eben, die besten Sorten von Drachenblut körnig, schlechtere Sorten erdig, rothes Xantorrhoeaharz splitterig u. s. w.

Die Härte der meisten Harze liegt meist zwischen der des Gypses und Steinsalzes. Nur die besten Copale sind noch härter als Steinsalz. Für die Unterscheidung der Copale ist die Härte ein sehr wichtiges Kennzeichen.

Die Dichte ist für gewisse Harze ein Unterscheidungsmerkmal, z. B. für manche Copale. Im Allgemeinen ist die Dichte der Harze etwas höher als die des Wassers. Nur die Gummiharze haben stets eine grössere Dichte, z. B. *Asa foetida* 1.3. Die Dichte der Balsame ist meist geringer als die des Wassers.

Tenacität. Die Mehrzahl der Harze ist spröde; manche sind milde (Stocklack und der daraus dargestellte Schellack), manche geschmeidig (Elemiharze). Den Grad der Sprödigkeit kann man dadurch ermitteln, dass man die Oberfläche eines zu untersuchenden Harzstückes mit einer Nadel ritzt. Die sprödesten zeigen splitterige, die am wenigsten spröden dem freien Auge glatt erscheinende Strichlinien.

Strich. Die meisten farblosen und gefärbten Harze haben einen weissen Strich, z. B. selbst die dunkel gefärbten Colophonien. Einige wenige der Hauptmasse nach aus farbigen chemischen Individuen bestehende Harze zeigen einen gefärbten Strich, wie Drachenblut, Xantorrhoeaharze u. v. a.

Molekularbewegung. Manche Harze lassen, in Wasser fein vertheilt, eine sehr lebhafte, andere eine träge Molekularbewegung erkennen. Die ausgezeichnetste Molekularbewegung, die man überhaupt sehen kann, zeigen die kleinen Harzkörnchen des Gummigutt. Copalpulver bewegt sich hingegen, in Wasser vertheilt, nur sehr träge.

Einige Harze haben einen ausgesprochenen Geruch und Geschmack, die für die betreffenden Harze meist characteristisch sind.

Organische Einschlüsse der Harze. Die Harze sind viel reicher an organischen Einschlüssen als gewöhnlich angenommen wird. Meist sind nämlich die in Harzen auftretenden organischen Gewebe erst durch das Mikroskop nachweisbar. Abgesehen von Rinden- und Holzstückchen der Stammpflanze, welche häufig in die Harzmasse hineingerathen, findet man in sehr vielen dieser Körper pflanzliche Gewebe eingeschlossen, welche entweder mit der Entstehung der Harze im Zusammenhange stehen, oder doch ständige Begleiter derselben sind. Die Kenntniss dieser organisirten Reste in den Harzen ist oft von Wichtigkeit, nicht nur, weil die im Harze liegenden mehr oder minder stark zerstörten Gewebe für die Aufstellung ihrer Characteristik manchmal von Werth sind, sondern weil diese Einschlüsse dazu dienen können, die Abstammung und Entstehung der Harze ausfindig zu machen.

Manche Harze und zwar alle diejenigen, welche durch chemische Metamorphose aus ganzen Zellgeweben entstanden sind, führen noch Gewebsreste, z. B. Drachenblut, Xantorrhoeaharze u. s. w. Solche Harze sind desto werthvoller, je vollständiger die Harzmetamorphose um sich gegriffen hat, also je geringer die unverharzten oder unvollständig in Harz umgesetzten Gewebe sind. Das rothe Xantorrhoeaharz lässt stets noch makroskopisch zwischen den verharzten Massen unverharzte Gewebe erkennen. (Fig. 9).

Auch solche organische Einschlüsse, welche nicht von den harzbildenden Organen der Stammpflanzen herrühren, kommen in manchen Harzen vor, z. B. eingewanderte Pilze, Pilzsporen. So ist z. B. die zarte grüne Kruste, welche ältere Stücke von Gummigutt bedeckt, von zarten Pilzmycelien durchzogen. Vibrionenartige Organismen (Schizomyceten) finden sich in vielen Harzen vor.

Entstehung der Harze in den Geweben der Pflanzen. Schon die directe mikroskopische Untersuchung der Harze lässt einige Schlüsse auf die Entstehungsweise der Harze zu. Während die

Structurverhältnisse des rothen Xantorrhoeaharzes, in welchen man alle Uebergänge von unverharzten bis völlig verharzten Gewebsbestandtheilen stets vorfindet, auf das bestimmteste lehren, dass dieses Harz nur durch chemische Metamorphose ganzer Gewebe entstanden sein kann, zeigt der mikroskopische Befund des Gummigutt, dass dieses Gummiharz in den Geweben der Stammpflanze im gelösten Zustande vorhanden gewesen sein musste, mithin aus Zellinhaltsstoffen hervorging. Das Gummigutt besteht nämlich aus einer gummiartigen Grundmasse, in welcher mikroskopisch kleine Harzkügelchen eingebettet sind, wie solche nur entstehen können, wenn aus einer Harzauflösung das Harz durch ein Füllungsmittel abgeschieden wurde. Beim Anschneiden der Gummiguttbäume trat der das Harz aufgelöst enthaltene Zellsaft aus, mischte sich mit dem wässerigen Zellsafte anderer Gewebe, und so erfolgte die Ausscheidung des festen Harzes.

Das Drachenblut entsteht entschieden so wie die Xantorrhoeaharze. Durch die Untersuchungen von Karsten[1]) und Wigand[2]) ist es wahrscheinlich geworden, dass auch die gewöhnlichen Harze der Coniferen auf die gleiche Weise entstehen. Man hat sich aber diese Metamorphose nicht etwa so zu denken, dass die aus Cellulose bestehende Zellwand unmittelbar in Harz übergeht, vielmehr dürfte der Process ein viel complicirterer sein. Es hat sich beispielsweise gezeigt, dass bei der Harzmetamorphose die Zellwände der verharzenden Gewebe vor ihrer völligen Umsetzung in Harz grosse Mengen von Gerbstoff bilden. Der Gerbstoff scheint eines jener Mittelglieder zu sein, durch welches die Kohlenhydrate mit den Harzen verbunden sind[3]). Bei der Harzmetamorphose ganzer Gewebe ist zweifelsohne nicht nur die Zellmembran, gewiss stets auch, mehr oder weniger, der Zellinhalt betheiligt.

Wenn Harze, wie dies der Mastix in ausgezeichneter Weise lehrt, in sogenannten Harzgängen vorkommen, welche als solche schon angelegt wurden, also nicht durch Resorption von Zellen oder ganzen Geweben entstanden sind, so sind sie als Secretionsproducte anzusehen. —

Trübungen der Harze haben ihren Grund im Auftreten kleiner kugeliger Hohlräumchen, welche entweder mit Flüssigkeiten oder mit Luft gefüllt sind.

Die Schmelzpuncte sind für die Arten der Harze, und manchmal sogar für die Sorten eines bestimmten Harzes characteristisch. Den

---

1) Botan. Zeit. 1856. p. 315 ff.

2) Pringsheim's Jahrb. Bd. III.

3) Wiesner, Ueber die Entstehung des Harzes u. s. w. Sitzungsberichte der k. Akad. d. Wiss. Bd. 51.

niedersten Schmelzpunct unter den Harzen hat die Siambenzoë (75° C.) den höchsten die härtesten Copale (360° C.).

Die Löslichkeit der Harze in den verschiedenen Lösungsmitteln dieser Körper, in Alkohol, Aether, Schwefelkohlenstoff, Terpentinöl, Cajeputöl u. s. w. bieten, wie bekannt, viele Anhaltspuncte für die Erkennung dar.

III. Chemische Characteristik der Harze[1].

Die durch ihre äusseren und durch ihre physikalischen Eigenschaften als Harze characterisirten Körper zeigen in chemischer Beziehung nicht jene Zusammengehörigkeit, wie etwa die Fette. Manche dieser Körper lassen allerdings auch in chemischer Beziehung eine unzweifelhafte Verwandtschaft erkennen, z. B. Mastix, Sandarac, Dammar, Olibanum u. v. a.; es existirt aber eine grosse Zahl von Harzen, die weder untereinander im chemischen Verhalten übereinstimmen, noch mit den eben genannten sich naturgemäss in eine Gruppe vereinigen lassen.

Die Körper, die man nach allgemeiner Uebereinkunft als Harze anspricht, sind in der Regel sehr complicirte Stoffgemenge. Die Entstehungsweise dieser Körper, welche früher schon vom pflanzenanatomischen Standpuncte aus kurz geschildert wurde, lässt es auch nicht anders erwarten. Es verfallen oft ganze Pflanzengewebe durch regressive Metamorphose in harzige Massen. Bei der complicirten chemischen Constitution der Pflanzengewebe ist aber schon von Vornherein klar, dass eben nicht alle diese, in chemischer Beziehung stets so verschiedenen Körper gerade sich in Harze umsetzen, sondern dass nicht nur andere Substanzen, die in keinerlei Richtung mit den Harzen übereinstimmen, gleichzeitig gebildet werden und sich den Harzen einfach beimengen, sondern dass manche chemische Individuen der Pflanzengewebe in die Metamorphose gar nicht hineingezogen werden und gewissermassen als Reste in dem zum grössten Theile in Harz verwandelten Gewebe zurückbleiben. Manche Harze sind nicht unmittelbare Erzeugnisse der Pflanzengewebe, sondern gehen aus flüssigen, von den Pflanzen ausgeschiedenen Stoffen, durch Verharzung an der Luft hervor.

Da es durch Anwendung von Lösungsmitteln nicht gelingen wollte, die Harze in chemische Individuen zu zerlegen, hat Hlasiwetz einen neuen Weg eingeschlagen, um die chemisch verwandten Harze kennen zu lernen. Er unterwarf die natürlichen Harze einer gemeinsamen Zer-

---

1) Die nachfolgende Schilderung stützt sich auf die Abhandlung: Zur Chemie der Harze, von H. Hlasiwetz in der Schrift: Die technisch verwendeten Gummiarten und Harze. p. 70—87.

setzungsoperation, nämlich einer Oxydation durch schmelzendes Kalihydrat. Durch das Studium der erhaltenen Zersetzungsproducte gelang es dem genannten Forscher in der That, für zahlreiche Harze eine Gemeinsamkeit der chemischen Charactere ausfindig zu machen, welche bis dahin unbekannt geblieben war. Manche Harze leisten dieser Zersetzungsweise beträchtlichen Widerstand, z. B. die colophoniumartigen, also Mastix, Sandarac, Olibanum, Dammar u. a.; andere, wie die Gummiharze der Umbelliferen (Asa foetida, Galbanum, Ammoniakgummi), die Zimmtsäure und Benzoësäure führenden Harze (Xantorrhoeaharze, Drachenblut), die Aloë und noch einige andere sind hingegen bei der trockenen Destillation und gleichzeitigen Oxydation durch schmelzendes Kalihydrat leichter zersetzlich[1]).

Die Resultate der wichtigen von Hlasiwetz ausgeführten Untersuchungen gehen aus der folgenden Zusammenstellung hervor.

Drachenblut.

Enthält: $C_{20}H_{20}O_2$ (Harz).

Giebt trocken destillirt:
C_8H_8 (Metastyrol)
C_7H_8 (Toluol)
$C_7H_6O_2$ (Benzoësäure)

Mit Kali oxydirt:
$C_{14}H_{12}O_7$ (Paraoxybenzoësäure-Protocatechusäure)
$C_7H_6O_2$ (Benzoësäure)
$C_7H_6O_3$ (Paraoxybenzoësäure)
$C_7H_6O_4$ (Protocatechusäure)
$C_6H_6O_3$ (Phloroglucin).

Benzoë.

Enthält: $C_{35}H_{34}O_7$ (?), $C_{20}H_{44}O_{4\cdot5}$ (?), $C_{15}H_{40}O_{2\cdot5}$ (?) (Harze.)
$C_{23}H_{20}O_6$ (Benzoëzimmtsäure)
$C_7H_6O_2$ (Benzoësäure)

Giebt trocken destillirt:
$C_7H_6O_2$
C_6H_6O (Phenylalkohol)

Mit Kali oxydirt:
Die gleichen Producte wie das Drachenblut, nur statt Phloroglucin: $C_6H_6O_2$ (Oxyphensäure).

---

1) Annalen der Chemie und Pharm. 1865 und 1866.

Akaroïdharz (Harz von Xantorrhoea hastilis)

Enthält: $C_{20}H_{20}O_6$ (Harz).

Giebt trocken destillirt?

Mit Kali oxydirt:

$C_{14}H_{12}O_7$
$C_7H_6O_3$
$C_6H_6O_2$ (Resorcin)
$C_6H_6O_2$ (Oxyphensäure).

Galbanum.

Enthält: $C_{20}H_{26}O_3$ (?) (Harz)
$C_{10}H_{16}$ (Galbanumöl)
Gummi.

Giebt trocken destillirt:

$C_{20}H_{30}O$ (blaues Oel)
$C_6H_4O_2$ (Umbelliferon)

Mit Kali oxydirt:

$C_6H_6O_2$ (Resorcin)

Asa foetida.

Enthält: Harz
$C_{10}H_{10}O_4$ (Ferulasäure)
$C_6H_{12}S$ (Asa foetidaöl)
Gummi.

Giebt trocken destillirt:

$C_{20}H_{30}O$
$H_6H_4O_2$

Mit Kali oxydirt:

$C_7H_7O_4$
$C_6H_6O_2$ (Resorcin).

Gummigutt.

Enthält: $C_{30}H_{35}O_6$? (Harz, Gummiguttsäure).

Giebt trocken destillirt: ?

Mit Kali oxydirt:

$C_9H_8O_4$ (Isuvitinsäure)
$C_5H_8O_4$ (Brenzweinsäure)

Aloë.

Enthält: $C_{17}H_{18}O_7$ (Aloïn)
$C_{15}H_{16}O_7$ (Aloëresinsäure)
$C_9H_8O_3$ (Paracumarsäure)

Giebt trocken destillirt:

C_8H_{10} (Xylol)
$C_8H_{10}O$ (Xylylalkohol)
C_3H_6O (Aceton).

Mit Kali oxydirt:

$C_7H_6O_3$
$C_7H_8O_2$ (Orcin).

Ausser den hier angeführten Körpern erhält man durch die trockene Destillation und durch die Oxydirung der genannten Harze mit Kalihydrat stets Kohlenwasserstoffe, humusartige Substanzen, Essigsäure und ihr nahestehende flüchtige Fettsäuren; ferner bleibt stets eine harzige Masse im

Rückstände. Protocatechusäure, Paraoxybenzoesäure, Phloroglucin und Resorcin entstehen bei dem genannten Processe stets in so grossen Quantitäten, dass die Annahme, man hätte es hier mit Zersetzungsproducten wesentlicher Bestandtheile der genannten Harze zu thun, gewiss Berechtigung hat. Es dürfte aber ferner auch erlaubt sein, in all' jenen Harzen, welche gleiche Zersetzungsproducte liefern, das Vorhandensein untereinander nahe verwandter Verbindungen zu vermuthen.

Es ist Hlasiwetz gelungen, den wichtigen Nachweis zu liefern, dass wenigstens für einige Harze ein genetischer Zusammenhang zwischen ihren harzigen Bestandtheilen und Gliedern der aromatischen Reihen besteht. Es gelang diesem ausgezeichneten Forscher auf synthetischem Wege aus Bittermandelöl ein Harz darzustellen, welches in seiner empirischen Formel mit dem Benzoëharz übereinstimmt, und mit schmelzendem Kali behandelt, dieselben Zersetzungsproducte liefert, welche auch bei der gleichen Behandlung aus diesem entstehen. Durch diese und ähnliche Auffindungen wurde durch Hlasiwetz wahrscheinlich gemacht, dass manche Harze in den Pflanzen aus ätherischen Oelen hervorgehen. Aus Barth's, von Hlasiwetz angeregten Untersuchungen folgt, dass aus Terpenen ($C_{10}H_{16}$) z. B. Terpentinöl, Lavendelöl, Wachholderöl, durch Oxydation harzartige mit den colophoniumartigen Harzen zum Theile übereinstimmende Harze entstehen können, und es ist hierdurch vom chemischen Standpuncte aus wahrscheinlich geworden, dass die sogenannten Terpenharze (Mastix, Sandarac, Terpentinharz, die Elemiharze) auch in der Pflanze aus ätherischen Oelen (Terpenen) hervorgehen. Aber wenn auch diese Entstehungsweise der Harze für den Organismus der Pflanze bewiesen wäre, so hätte man in der Entstehungsgeschichte dieser Körper doch erst den ersten Schritt gemacht, da über die Genesis der Terpenen noch gar nichts bestimmtes vom chemischen Standpuncte aus gesagt werden kann. Die Auffindungen der Pflanzenphysiologie, dass in gewissen Geweben die anfänglich aus Cellulose bestehende Wand sich in Harz verwandelt (Karsten, Wigand) und dass sich auch Stärkekörnchen in harzige Massen umsetzen (Wiesner) konnten bis jetzt mit den auf die Entstehung der Harze abzielenden Beobachtungen der Chemiker noch nicht in Einklang gebracht werden.

Hlasiwetz hat in der oben (p. 70) genannten Abhandlung die bis jetzt erzielten Resultate der chemischen Untersuchung der Harze in folgende hier etwas gekürzte Sätze zusammengefasst.

Die Harze bilden keine Gruppe chemisch zusammengehöriger Körper, wie etwa die Fette.

Sie sind, wie es scheint, sämmtlich Producte langsamer Oxydations-

processe, denen in manchen Fällen eine Verdichtung einfacherer Verbindungen zu höheren Polymeren vorangeht.

Es bilden sich Harze aus Kohlenwasserstoffen von der Formel der Terpene. Eine Desoxydation der Harze zu Terpenen ist hingegen nie beobachtet worden.

Die Terpenharze sind schwache, manchmal krystallisirbare Säuren. Die Natur liefert sie gemischt mit unverändertem Terpen, welches sich mit Wasser davon abdestilliren lässt. Das von Terpen gereinigte Harz ist dann geruchlos, fest und durch schmelzendes Kalihydrat wenig veränderlich.

Es oxydiren sich zu Harzen Aldehyde der verschiedensten Art. Das Harz des bekannten Essigaldehydes und das Akrylharz sind bekannte Beispiele. Das Aldehyd der Benzoësäure, das Bittermandelöl, giebt ein dem Harze der Benzoë in Zusammensetzung und Verhalten sehr ähnliches Harz.

Oxydirt man solche Harze mit schmelzendem Kali, so erhält man die den Aldehyden zugehörigen Säuren und entfernteren Derivate. Ihrer Zusammensetzung nach scheinen diese Harze (wie auch die vorigen) Uebergangsglieder zwischen den Aldehyden und den betreffenden Säuren.

Auch aldehydartige Säuren (Eugensäure u. s. w.) oxydiren sich zu Harzen vom generellen Verhalten der vorigen.

Aus Alkoholen, Fettsäuren, Kohlenhydraten und sogenannten Pflanzensäuren (Oxal-, Weinstein-, Citronsäure u. s. w.) ist die Entstehung von echten Harzen bis jetzt nicht beobachtet worden.

Leicht verharzen oft Amide, besonders die der aromatischen Reihen und ähnliche stickstoffhaltige Basen. Auch von einigen Alkaloiden ist bekannt, dass sie manchmal unter den allgemeinen Bedingungen der Verharzung basische Harze geben, auch wohl als solche in der Natur vorkommen (Chinoidin).

Die complicirtesten Harzgemische sind die Gummiharze. Das eingemengte Gummi bleibt beim Behandeln mit Alkohol unlöslich zurück. Aus dem in Alkohol löslichen Harz lassen sich durch andere Lösungsmittel noch einige, wenn auch ziemlich unvollkommene Scheidungen verschiedenartiger harziger Bestandtheile bewerkstelligen. Es kommen auch krystallisirte Verbindungen fertig darin vor z. B. die Ferulasäure der Asa foetida. Die Behandlung mit schmelzenden Alkalien zeigt, dass sie der Hauptmenge nach Umwandlungsproducte von Substanzen der aromatischen Reihe sind, und weist auch eine Beimischung von Terpenharzen nach.

Sie liefern ausserdem Zersetzungsproducte, die sonst auch aus Gerbstoffen, Phlobaphenen und Verbindungen von der Natur des Quercetins,

Morin's, Maclurin's u. s. w. erhalten werden können, und diese machen es wahrscheinlich, dass man es hier mit einer Art Detritus dieser Substanzen zu thun hat.

Das Harzmehl[1]) hat mit den eigentlichen Harzen nur die äussere harzartige Beschaffenheit und einige Löslichkeitsverhältnisse gemein. Es ist wahrscheinlich ein Zersetzungsproduct von Gerbstoffen und verwandten Substanzen in erster, von Amylum und Cellulose in letzter Linie.

Jalappaharz und Scammonium zeigen, dass sich gewisse Harzsäuren mit Zucker und Glucosiden verbinden können.

Alle Harze sind Producte einer sogenannten regressiven Stoffmetamorphose.

IV. Vorkommen der Harze und Balsame.

Dass die Harze zu den verbreitetsten Pflanzenstoffen gehören ist allgemein bekannt und durch zahlreiche chemische Untersuchungen erwiesen worden[2]). Fast in allen Abtheilungen des Gewächsreiches hat man diese Körper aufgefunden, selbst im Gewebe der Pilze[3]); man hat ihre Gegenwart auch in allen Pflanzenorganen und mit Ausnahme des Cambinus in allen bekannten Gewebsarten nachgewiesen.

Sie finden sich in den Zellen, wie schon oben angegeben wurde, entweder als Antheil der Zellwand oder im Zellinhalte. Dennoch ist die Zahl der Pflanzen, welche brauchbare Harze liefern, eine verhältnissmässig geringe, und auch die Zahl der Pflanzenfamilien, welchen diese Gewächse angehören, nur eine relativ kleine.

Hauptsächlich entstehen die Harze in der Rinde und ergiessen sich dann entweder über deren Oberfläche, oder aber sie sammeln sich im Innern des betreffenden Pflanzentheils an.

Die bis jetzt bekannt gewordenen zumeist baumartigen Gewächse, welche Harze liefern, folgen hier, nach natürlichen Familien geordnet.

---

1) Diese von mir zuerst im Markstrahlengewebe einiger Laubbäume, von A. Vogl in der Portlandiarinde aufgefundene Substanz besteht aus harzigen Substanzen, Gerbstoff und enthält häufig Cellulose und Granulose, die Bestandtheile der Stärkekörnchen, aus welchen letzteren das Harzmehl entstand (S. Sitzungsber. d. Ak. d. Wiss. Bd. 52. II. p. 118 und bot. Zeitung 1866. p. 1).

2) S. Rochleder, Phytochemie.

3) Dr. Harz, Beiträge zur Kenntniss des Polyporus officinalis. Bulletin de le soc. imper. des Naturalistes de Moskou 1868.

1) Papilionaceen.

Myroxylon sonsonatense Klotzsch[1] (= *Myrospermum sonsonatense Pereira* = *M. Pereiræ Royle*) s. Perubalsam.

M. toluiferum Humb., Bonp. et Kunth (= *Myrospermum toluiferum Rich.*) s. Tolubalsam.

M. peruiferum Mutis s. Perubalsam.

M. punctatum Klotzsch. Liefert ein Harz, welches keine Verwendung findet. Wurde früher als eine Stammpflanze des Perubalsams angesehen, was sich als unrichtig herausstellte.

Pterocarpus santalinus Lin. fil.
Pt. indicus Willd.
Pt. Draco L.
Dahlbergia monetaria L. (= *Pterocarpus ternata Poir.*)
} s. Drachenblut.

Ferreira spectabilis Fr. Mem. Lep. Brasilien. Im Splinte des Baumes kommen bedeutende Massen eines eigenthümlichen Harzes vor. Farblose Stücken sind durch Erhitzen völlig flüchtig. Dr. Peckolt, Catalog der pharmakognostischen Sammlung der brasilianischen Flora. Wien. 1868. Gintl, Ueber einen Bestandtheil des Harzes der Ferreira. Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaft zu Wien. Math. nat. Kl. Bd. 58. p. 443.

Hymenæa Courbaril L.
H. stilbocarpa Hayne
H. verrucosa Lam. (= *Trachylobium Martianum Hayne* = *Cynometra Spruceana Benth.*)
} s. Copal.

H. Martiana Hayne, *H. Olfersiana Hayne* und *H. guyanensis Aubl.* werden auch, wie die vier früher angeführten, als Stammpflanze des brasilianischen Copals genannt. Henkel, Naturproducte. I. p. 278.

Trachylobium Petersianum Klotzsch.
T. Hornemannianum Hayne (= *Hymenæa verrucosa Hornem.*)
T. mossambicense Klotzsch. *T. Gærtnerianum Hayne* (= *Hymenæa verrucosa Linn.* = *H. verrucosa Mart.*)
} s. Copal.

Vouapa phaselocarpa Mart. s. Copal.

V. bifolia Aubl. und *V. avovaou Aubl.* Beide in Guyana. Diese Bäume liefern zwei lange bekannte copalähnliche Harze, die aber nicht im Handel vorkommen. Duplessy: Des végétaux resineux. Paris 1802. II. p. 78 ff.

---

[1] Die Bedeutung der mit gesperrter Schrift gedruckten Pflanzennamen ist in diesem und in den folgenden Abschnitten des Buchs genau dieselbe wie im vorhergegangenen Abschnitte.

Butea frondosa Roxb. s. Gummilack.

Sindora sumatrana Miq. Das Harz des Baumes wird auf Sumatra zum Calfatern der Schiffe verwendet. Miquel, Sumatra. p. 88.

2) Cesalpineen.

Guibourtia copallifera Ben. s. Copal.

Copaifera multijuga Hayne
C. Langsdorfii Desr.
C. coriacea Mart.
C. Jaquinii Desr. (= C. officinalis L.)
} s. Copaivabalsam.

C. bijuga Hayne; *cordifolia Hayne*; *Jussieusi Hayne*; *laxa Hayne*; *Lineei*, *Martii Hayne*; *nitida Mart.*, *oblongifolia Hayne*; *Sellowii Hayne* und *C. guyanensis Desf.*, durchwegs südamerikanische, besonders häufig in Brasilien vorkommende Bäume, sollen, aber nur unsicheren Angaben zufolge, ebenfalls Copaivabalsam liefern.

3) Cassuviaceen.

Pistacia lentiscus L. s. Mastix.

P. Khinjuk Stocks
P. cabulica Stocks
} s. Mastix.

P. mutica Fisch. et Mey. In Persien als Kauharz benutzt. Kommt nicht in den europäischen Handel. Bullet. de Moscou. XII. p. 338. Flückiger, Pharmakognosie p. 67.

P. Terebinthus. L. Von diesem Baume stammte der früher unter dem Namen chiotischer oder cyprischer Terpentin vorkommende Balsam. Der Baum kömmt auch auf Cypern häufig vor, wird aber auch dort nicht mehr ausgebeutet. Unger und Kotschy: Die Insel Cypern. Wien. 1865. p. 424.

Rhus atra Forst. Neucaledonien. Liefert ein Gummiharz. Catal. des col. franç. etc. p. 75.

4) Amyrideen.

Boswellia papyrifera Hochst. (= Amyris papyrifera Del. = Ploesslea floribunda Endl. = Boswellia floribunda Royle). Liefert Weihrauh oder Olibanum*)

Boswellia sacra nov. spec. Somaliküste. Liefert einen durch Ci-

*) Alle mit Sternchen bezeichneten Harze sind in den Werken über Pharmakognosie beschrieben. Ihre Characteristik unterblieb hier, da sie keine technische Verwendung finden. Ich habe diese Harze in der obigen Zusammenstellung aber dennoch nahmhaft gemacht, da vielleicht einige derselben in Zukunft gewerblich benutzt werden könnten.

tronengeruch ausgezeichneten Weihrauch, Luban-Matti genannt. Flückiger, l. c. p. 31 und briefliche Mittheilungen an den Autor (April 1868).

B. thurifera Roxb. Indien. Liefert den Gundaberosa, einen in Indien zu religiösen Zwecken benutzten Balsam. Cat. des col. fr. p. 76.

B. glabra Roxb. Indien. Liefert ein weihrauchartiges, jedoch im Handel nicht vorkommendes Gummiharz. Roxburgh, Plants of the coast of Coromandel. III. p. 8.

B. sp. Eine riesige Boswellia, welche im Mombattulande vorkömmt, liefert reichlich ein wohlriechendes zu Fackeln verwendetes Harz. Schweinfurth, Bericht über die botanischen Ergebnisse der ersten Niam-Niam-Reise. Botanische Zeitung 1871. p. 315.

Icica heptaphylla Aubl. s. Copal.

I. altissima Aubl. Südamerika. Soll amerikanischen Copal, nach anderen Angaben wohlriechenden Balsam liefern. Kosteletzky, Medicinisch-pharmaceutische Flora. p. 1223. Henkel, Naturerzeugnisse. p. 277 ff. Duchesne, Rep. des plantes utiles ect. p. 290.

I. Icicariba DC.
I. viridiflora Lam. (= *Icica guyanensis Aubl.* = *Amyris guyanensis Willd.*) } s. Elemi.

I. Caranna Humb. et Bonpl. Carannaharz*).

Icica Copal. Schlechtendal (= *Elaphrium Copal et E. makrokarpum Schiede in litt.*) s. Copal.

Houmirim floribundum Mart. Brasilien. Aus verwundeten Stämmen fliesst ein Balsam aus, der dort Umiri genannt wird. Martius, Nov. gen. et spec. plant. Brasil. II. p. 145.

Bursera gummifera L. s. Elemi.

B. acuminata Willd. Carannaharz*) s. Elemi.

Houmiria balsamifera Aubl. Guyana. Scheint eine Art Elemi zu liefern. Duplessy, l. c. p. 256 ff. und Cat. des col. fr. p. 75.

Canarium strictum Roxb.
C. rostratum Zipp.
C. legitimum Miq. } s. Dammar.

C. (album Baup.?) Arbol a brea. Liefert des Manila-Elemi.

Amyris Plumieri DC. s. Elemi.

A. zeylanica Retz. (= *Balsamodendron ceylonicum Kunth*) *Nossi-Bé.* Liefert ein Harz, das dort »Rhame« genannt wird. Cat. des col. fr. p. 76.

A. Kataf Forsk. Wurde früher irrigerweise als Stammpflanze der Myrrhe angesehen.

Hedwigia balsamifera Sw. Soll eine Art Mekkabalsam liefern. Bonastre, Journ. Pharm. 12. p. 485.

Balsamodendron Ehrenbergiarum Berg. Myrrhe*).

B. africanum Arn. (= *Heudelotia africana Guell. et Per.*) Stammpflanze des Bdellium*), welches bekanntlich zwischen käuflicher Myrrhe, nach neuen Untersuchungen auch zwischen Senegalgummi vorkömmt. Flückiger, Gummi und Bdellium von Senegal. l. c.

B. Roxburghii Arn. Soll die Stammpflanze des vom Manilaelemi nicht wesentlich verschiedenen bengalischen Elemi's sein. Henkel, Waarenlexikon p. 206.

B. gileadense. Kunth. s. Mekkabalsam.

Elaphrium ep. s. Copal.

Elaphrium tomentosum. Jacq. Liefert eine Sorte Tacamahac*).

Schinus molle L. Peru. Liefert das Molléharz, welches in Peru verschieden verwendet wird. S. Duchesne l. c. p. 293. Die in Griechenland cultivirte Pflanze soll ein mastixartiges Harz geben, welches zu technischen Zwecken brauchbar wäre. Heldreich, Die Nutzpflanzen Griechenlands. Athen. 1862. p. 62.

Dasylobus sp.? Canarium sp.? Ein diesen Gattungen wahrscheinlich angehöriger Baum liefert in Angola ein Elemi, genannt Resina de Mubafo. Welwitsch, Synopse explicative das amostras de maderias e drogas de Angola Lisboa 1862. p. 37.

5) Zygophylleen.

Guayacum officinale L. Guayakharz.

6) Rhamneen.

Zizyphus Jujuba Lam. s. Gummilack.

7) Euphorbiaceen.

Pedialuthus tithymaloïdes Poit. Indien. Liefert ein von den Eingeborenen »Vattata mara« genanntes in der Wärme erweichendes, in Wasser, Alkohol und Aether unlösliches Harz. Cat. des col. fr. p. 75.

Croton lacciferum L. s. Gummilack.

C. Draco. Schlecht. s. Drachenblut.

C. hibiscifolius Kunth. ,,

Euphorbia resinifera Berg. E. canariensis L., E. officinarum L. und *E. antiquorum L.*, vorzugsweise die erstgenannte, liefern Euphorbium*).

E. tortilis Rottl. Liefert ein krystallinisches (?) seinen Eigenschaften nach nicht näher bekanntes Harz. Cat. des col. fr. p. 75.

Elæococca vernicea Juss. (= *E. cordata Bl.* = *Dryandra vernicea Corr.*) Das Harz des Baumes wird auf Java zur Firnissbereitung benutzt. Miquel, Flora von Nederl. Ind. I. 2. p. 384.

8) Dipterocarpeen.

Vateria indica L. (= *Elaeocarpus copalliferus Retz.*) s. Copal.

Shorea robusta Roxb. s. Dammar.

S. Tambugana Roxb. Henkel, Neues Repert. XIII. p. 209 ff.

Hopea mikrantha Vriese und *H. splendida Vriese.* Es wird angegeben, dass diese beiden Bäume eine sehr werthvolle harte Dammarsorte, den Dammar Mata Kochim, der von Singapore in den Handel gesetzt werden soll, liefern. Henkel, Waarenlexikon. p. 204.

Hopea Belangeran Korth. Borneo. Liefert das Harz Njating-Mahambong. Miquel l. c. I. 2. p. 504.

H. Sangal Korth. Borneo. Liefert ein schönes, weisses Harz. Das Harz der alten Bäume heisst Njating mata-poesa, das der jungen, Njating mata-pleppek. Miquel l. c. I. 2. p. 507.

Dryobalanops Camphora Colebr.? Sumatra. Ein daselbst nebst zwei anderen Baumarten vorkommender, den Baroscampher liefernder, schwarzberindeter Baum (Marbinturgan der Sumatraner), höchst wahrscheinlich eine Varietät von *Dryobalanops Camphora*, giebt nebst Campher noch ein weisses, geruchloses, in Wasser untersinkendes Harz, Grigi genannt. Es wird zur Verfälschung des Baroscamphers genommen. Miquel, Sumatra p. 69—71.

Dipterocarpus alatus Roxb.
D. costatus Roxb.
D. incanus Roxb.
D. turbinatus Gärtn.
} s. Copaivabalsam.

D. eurhynchus Miq. und einige verwandte Bäume liefern Dammar. Sumatra. Miquel l. c. p. 88, 190.!

Vatica Rassak Blume. (= *Retinodendron Rassak Korth.*) Auf Borneo und der malayischen Halbinsel. Liefert die Dammarsorte Njato of Njating, welche in grossen Mengen von Bandjermassing ausgeführt wird und im englischen Handel als »Rose Dammar« bekannt ist. Miquel Flora von Nederl. Indië. I. p. 504. Henkel, Lex. p. 204.

9) Combretaceen.

Terminalia mauritiana L. *Isle-de-France* und *Réunion.* Das Harz soll der Benzoë nahestehen, wesshalb man dem Baum in den Colonien den Namen »Le faux benjoin« gegeben hat. Duplessy. II. p. 363.

Terminalia vernix Lam. (= *Stagmaria verniciflua Jack.*) Liefert einen Balsam, welcher Benzoësäure enthält. Macaire-Princep. Journ. Pharm. 15. 255.

10) Bixineen.

Laëtia resinosa Löffl. Tropisches Amerika. Liefert ein gewürzhaft riechendes, noch nicht genau untersuchtes Harz. Macaire-Prinsep, Bibl. univ. 45. p. 431.

11) Guttiferen.

Garcinia Morella Desr. (= *elliptica Wall.* = *Gutta Wight* = *Hebradendron gambogioides Grah.*) s. Gummigutt.

G. cochinchinensis Chois.
G. pictoria Roxb.
G. Cambogia Desr.
Stalagmites ovalifolius G. Don.
} s. Gummigutt.

Vismia cajennensis Pers.
V. guyanensis Pers.
V. sessiliflora Pers.
} vgl. bei Gummigutt.

Colophyllum Inophyllum L. Ostindien, Cochinchina. Liefern ostindisches Tacamahac*). Auch auf Java. Junghuhn, Java, deutsch von Hasskarl I. p. 198.

C. Tacamahaca Willd. Madagascar. Liefert Tacamahac*).

Moronoboea coccifera Aubl. Südamerika, Westindien. Das Harz des Baumes ist in Brasilien unter dem Namen Anani bekannt und dient zum Kalfatern der Schiffe. Rapp. de jury intern. Paris. Exp. 1867. T. VI. p. 169. Auch schon bei Duplessy I. p. 302. Als résine mani en pairs im Cat. des col. fr. p. 75 aufgeführt. S. auch Macfayden, The Flora of Jamaica, London 1837, p. 37, woselbst das Harz Mani, Manil und Hog-gum genannt wird.

12) Cistineen.

Cistus creticus L., *cyprius Lam.* und *ladaniferus L.* Geben Ladanum*).

13) Hederaceen.

Hedera helix L. Liefert ein Gummiharz, das Epheuharz*).

14) Umbelliferen.

Ferula erabescens Boiss. (= *F. gummosa Boiss.* = *F. rubricaulis Boiss.*) Liefert Galbanum.

F. Schaïr Borsz. Liefert wahrscheinlich auch eine Sorte von Galbanum.

F. Szovitsiana DC. Liefert Sagepenum*).

Scorodosma foetidum Bunge (= *Ferula asa foetida L.*) Liefert Asa foetida.

Narthex asa foetida Falconer. Liefert gleichfalls Asa foetida.

Oppoponax Chironium Koch. Liefert Oppoponax*).

Dorema ammoniacum Don. (= Diserneston gummiferum Jaub et Sp.) Liefert Ammoniakgummi.

Thapsia garganica L. Orient, südliches Frankreich (wild?) Aus der Wurzelrinde lässt sich durch Wärme ein Harz gewinnen. Duchesne l. c. p. 169. Artus, Zeitschrift für Pharmacie. XI. p. 1.

Bolax aretioides Spreng. (= Azorella gummifera) und *B. gummifera Spreng.* Beide in Indien. Liefern Bolaxgummi. Duchesne l. c. p. 161.

15) Rubiaceen.

Gardenia lucida Roxb. Indien. Liefert das Harz Cumbee. *G. gummifera Lin. fil.* Indien. Liefert das Harz Dikkamaly. Cat. des col. fr. p. 73. Als Harz gebend wird auch *Gardenia arborea Roxb.* bezeichnet. Kosteletzky l. c. p. 578.

16) Apocyneen.

Tabernæmontana makrophylla Poir. Neucaledonien. Liefert ein Gummiharz. Cat. des col. fr. p. 74.

17) Asclepiadeen.

Cynanchum viminale L. (Sarcostemma viminale R. Br.) Indien. Liefert ein krystallinisches Harz. Cat. des col. fr. p. 74.

18) Convolvulaceen.

Convolvulus scammonia L. Der eingetrocknete Milchsaft giebt das Gummiharz Scammonium*).

Ipomoea Purga Hayne. (= I. Jalappa Nutt. = I. Schiedeana Zucc. = Exogossium Purga Benth. = Convolvulus Purga Wend. = C. officinalis Pellet.) Liefert das Jalappaharz*).

19) Compositen.

Carlina gummifera Less. Aus dem Involucrum dieser griechischen Pflanze fliesst ein mastixartiges Harz heraus, welches auf Tenos und Syros als Surrogat für Mastix dient. Der Saft der ganzen Pflanze ist giftig. Heldreich l. c. p. 26.

Libothamnus neriifolius A. Ernst (= Trixis neriifolia Bonp.) Caracas. Liefert den Creolen-Weihrauh *(Incienso de los criollos)*. Humboldt et Bonpland, Reise in die Aequinoctialgegenden des neuen Continents. 2. p. 427. A. Ernst, Plantas interesantes de la Fora caracassara. Boletin de la sociedad de naturales de Caracas. 1870. p. 184 ff.

Ceradia furcata Rich. Westl. Afrika. Ceradiaharz. Thomson, Phil. Mag. T. XXVIII. p. 422.

20) Styraceen.

Styrax benzoïn Dryand. (= *Benzoïn officinale Hayne*) s. Benzoë.

St. officinalis L. Dieser Baum lieferte früher ein wohlriechendes Harz, welches in Körnerform, gewöhnlich in Schilf oder Palmenblätter eingerollt, verkauft wurde. Diese Drogue führte den Namen Storax calamitus, unter welchem Namen gegenwärtig ein anderes Harz im Handel vorkommt. (S. unten bei Storax).

21) Artocarpeen.

Artocarpus integrifolia Lin fil. Vgl. bei Dammar.

Ficus religiosa L. s. Gummilack.

F. indica Vahl s. Gummilack.

22) Balsamiflua.

Liquidambar orientale Mill. (= *L. imberbe Ait.* = *Platanus occidentalis Pococke.*) s. Storax.

L. styriciflua L. s. Storax.

L. tricuspis Miq. s. Storax.

Altingia excelsa Noran (= *Liquidambar Altingianum Blum.*) s. Storax.

23) Thymelæaceen.

Aquilaria malaccensis Lam. und *A. Agalocha Roxb.* Sumatra. Im Holze beider kommen wohlriechende Harze vor. Miquel, Sumatra. p. 89.

24) Betulaceen.

Betula alba L. Die Rinde liefert den sogenannten Birkenkampfer oder das Betulin. Gmelin, Handbuch VII. 2. p. 1810.

25) Coniferen.

Abies excelsa Lam. (= *Pinus Picea Du Roi* = *Picea vulgaris Link.*), s. Terpentin und gemeines Harz.

A. pectinata D C. (*Pinus picea L.* = *P. abies Du Roi*), s. Terpentin und gemeines Harz.

A. balsamea Mill. (= *A. balsamifera Mich.* = *Pinus balsamea L.*), s. Terpentin.

Pinus maritima Lamb. (= *Pinus pinaster Ait.*), s. Terpentin und gemeines Harz.

P. Laricio Poir. (= *P. nigricans Host.* = *P. austriaca Tratt.*) s. Terpenthin und gemeines Harz.

P. Cembra L.
P. resinosa Ait.
P. silvestris L.
P. strobus L.
P. Tæda L.
P. palustris Mich.
} s. Terpentin und gemeines Harz.

P. halepensis Mill. Griechenland. Liefert daselbst das gewöhnliche Terpentinharz, welches hier stark zur Bereitung des Resinatweines dient. Heldreich l. c. p. 14.

P. sumatrara Jungh. (= P. Merkusii Jungh., später*)* s. Dammar.

Araucaria intermedia Vieil. (= Eutacta Pancherii Carrière [Traité general des coniféres. Paris 1867. p. 615.]) Neucaledonien. Cat. des col. fr. p. 73.

A. Coockii R. Br. (= Cupressus columnaris Forst. = Eutacta Coockii Car. l. c.) Neucaledonien. Das Harz fliesst aus den Zapfen aus. Cat. des col. fr. p. 73.

Dammara orientalis Lam. (= Dammara alba Rumpf. = Agathis loranthifolia Salisb.), s. Dammar.

D. australis Don.
D. ovata Moore.
} s. Copal.

D. nigra Rumpf., s. Dammar.

Callitris quadrivalvis Vent. (= Thuya articulata Vahl.) s. Sandarac.

C. Preisii Miq. (C. robusta R. Br. = Frenella robusta Cunning.) s. Sandarac.

Juniperus communis L. Das aus der Rinde des Wachholders ausfliessende Harz wurde früher gesammelt und kam als Wachholderharz oder deutscher Sandarac in den Handel.

26) Smilaceen.

Dracæna Draco L. s. Drachenblut.

27) Asphodeleen.

Xantorrhoea australis R. Br.
X. arborea R. Br.
X. hastilis Sm. (= X. resinosa Pers.)
} s. Xantorrhoeaharz.

28) Palmen.

Dæmonorops Draco Mart. (= Calamus Draco Willd.) s. Drachenblut.

Dæmonorops accedens Bl. s. Drachenblut.

Dracæna australis (= D. australis Hook. ?) Indien. Liefert eine Art Drachenblut. Cat. des col. fr. p. 73.

V. Specielle Betrachtung der technisch verwendeten Harze und Balsame.

a) Gummiharze.

1) Gummigutt.	3) Galbanum.
2) Asa foetida.	4) Ammoniakgummi.

b) Balsame und Harze, welche weder Zimmt- noch Benzoësäure führen.

5) Terpentin.	11) Sandarac.
6) Gemeines Harz.	12) Dammar.
7) Mekkabalsam.	13) Gummilack.
8) Capaivabalsam.	14) Copal.
9) Elemi.	15) Guajakharz.
10) Mastix.	

c) Balsame und Harze, welche Zimmt- oder Benzoësäure führen oder durch Zersetzung liefern.

16) Perubalsam.	19) Benzoë.
17) Tolubalsam.	20) Drachenblut.
18) Storax.	21) Xantorrhoeaharz.

1) Gummigutt.

Dieses Gummiharz stammt von mehreren, der Familie der Guttiferen angehörigen Bäumen. Die Hauptmasse des im europäischen Handel vorkommenden Gummigutt dürfte nach neueren Untersuchungen von Hanbury (1864) *Garcinia Morella Desr.* liefern. Das Gummigutt von Ceylon und Siam kömmt von diesem Baume, das Gummigutt von Singapore von der daselbst cultivirten Varietät *β. pedicellata* dieses Baumes. Ferner liefern *G. cochinchinensis Chois.*, ein Baum Cochinchina's und der Molukken und die über einen grossen Theil Indiens verbreitete *G. pictoria Roxb.* Gummigutt. *G. Cambogia Desr.*, welche früher allein als Stammpflanze des Gummigutt galt, giebt allerdings eine gummiguttähnliche Masse, aber von so geringem Werthe, dass sie gar nicht auf den europäischen Markt gebracht werden kann. Ein ebenfalls ganz geringes Product wird von der in Ceylon vorkommen-

den *Stalagmites ovalifolius G. Don* gesammelt[1]). Auch jene gummiguttähnlichen Körper, welche die in Südamerika vorkommenden Vismia-Arten (*V. guyanensis Pers.*, *cayennensis Pers.* und *sessiliflora Pers.*) geben, kommen im europäischen Handel nicht vor[2]).

Ueber die Gewinnungsweise des Gummigutts liegen keine genauen Daten vor; nur findet man angegeben, dass der Harzsaft aus künstlich beigebrachten Wunden hervorfliesst und in Hohlgefässen, z. B. Cocosschalen, Bambusrohr u. s. w. aufgesammelt wird und hierin eintrocknet.

Im Handel unterscheidet man Kuchengummigutt (Schollengummigutt, Cake-Gamboge des englischen Handels) und Röhrengummigutt. Erstere Sorte bildet oft pfundschwere Klumpen. Das Röhrengummigutt, nach der Form und der Sculptur der Oberfläche zu schliessen in Bambusrohr aufgesammelt, bildet cylindrische, 3—6 Cent. im Durchmesser haltende, undeutlich der Länge nach gestreifte Stücke. Es ist homogener, färbt intensiver und ist überhaupt besser als das Gummigutt in Kuchen.

Das Gummigutt ist auf frischer Bruchfläche hell braunroth, wird nach einiger Zeit leberbraun und überzieht sich beim längeren Liegen an der Atmosphäre mit einer dunkel grünlichen Schicht, welche meist am Kuchengummigutt stärker als am Röhrengummigutt entwickelt ist. Der Strich des Gummigutt ist citrongelb, etwas in orange geneigt. Frisch aufgebrochen zeigt das Gummigutt Fettglanz, nach kurzer Zeit wird es matt. Dieses Gummiharz ist geruchlos, erregt auf der Zunge anfänglich einen milden gummiartigen Geschmack, der aber bald einem scharfen, kratzenden Platz macht. Die Dichte des Gummigutts ist nahezu gleich 1.2.

Legt man einen Splitter von Gummigutt in eine Flüssigkeit ein, in welcher dieses Gummiharz völlig unverändert bleibt, in der sich also keiner der vorhandenen Bestandtheile löst, z. B. in Olivenöl, so erkennt man deutlich, dass eine homogene, glasartige Grundmasse vorhanden ist, in welcher eine Unzahl kleiner, kugelförmiger Körperchen suspendirt ist. Durch Einwirkung der Lösungsmittel für Gummi und Harze auf das Gummigutt kann man constatiren, dass die homogene Grundmasse aus Gummi besteht, hingegen die kleinen Körnchen dem im Gummigutt vorkommenden Harze entsprechen. Die kleinen kugeligen Harzkörnchen sind, wie man sich durch Ausfällen des Gummi-

---

1) Vgl. über die Abstammung des Gummigutt: Mason in Buchner's Repert. 1848. II. p. 367 ff. Hanbury: Neues Jahrb. der Pharm. 14. 1. Miquel: Flora von Nederl. Ind. I. 2. p. 567.

2) Diese Bäume sollen das im amerikanischen Handel vorkommende Gummigutt geben, s. Duchesne l. c. p. 198.

guttharzes aus einer Lösung desselben durch Wasser überzeugen kann, entschieden aus einer Harzlösung ausgeschieden worden. Beim Anschneiden der Gummiguttbäume sind zweifelsohne Gewebe durchschnitten worden, in deren Zellen das Harz aufgelöst enthalten war, ferner andere Gewebe, welche eine wässerige Gummilösung enthielten; die Flüssigkeiten mengten sich, und so bildete sich durch Eintrocknung die der Hauptmasse nach aus Gummi bestehende Grundmasse, welche die ausgeschiedenen Harzkörnchen in sich einschliesst.

Mit Wasser zerrieben bildet das Gummigutt die bekannte gelbe, zum Färben und Malen benutzte Emulsion. Im Mikroskop gesehen erscheint die Emulsion als eine reichlich mit Körnchen durchsetzte Flüssigkeit. Die Körnchen sind nichts anderes als die schon genannten Harzkügelchen, welche in dem emulsionsartigen Gemenge die lebhafteste Molekularbewegung zeigen. Hier und dort erkennt man in diesem Gemenge auch Reste prosenchymatischer Zellen (Bastzellen) und in den schlechteren Gummiguttsorten auch Stärkekörnchen.

Ein mit Weingeist behandelter Splitter des Gummiharzes lässt hier und dort Spuren von parenchymatischen Zellen erkennen, welche in der früher genannten Emulsion nicht anzutreffen waren, woraus sich wohl ergiebt, dass die Wände dieser Zellen durch eine Gummimetamorphose entstanden sind und wohl zur Hauptmasse aus Gummi bestehen.

Die oben genannte grüne oberflächliche Schicht des Gummigutts ist arm an Körnchen und ist hier und dort von zarten Pilzsporen und feinen Pilzmycelien durchsetzt.

Das Gummigutt setzt sich aus Gummi, Gummiguttgelb (Harz), Wasser und Mineralbestandtheilen zusammen. Niemals fehlt Cellulose, die jedoch in den besseren Sorten nur in Spuren auftritt. In geringen Sorten wurde auch Stärkemehl beobachtet. Die Menge des Harzes steigt in den besten Sorten bis auf 86 Proc. Von Wasser sind etwa 5 Proc. vorhanden. Der Rest besteht vorwiegend aus Gummi.

Das Gummi ist in Wasser vollkommen löslich, wird durch Alkohol gefällt und bildet gereinigt ein blassgelbes Pulver.

Das Gummiguttharz ist in Aether und Alkohol leicht löslich. Die stark sauer reagirende Lösung ist gelbroth gefärbt. Nach dem Verdampfen der Lösungsmittel bleibt das Harz als kirschrothe, amorphe Masse zurück, welche im gepulverten Zustande eine schöne gelbe Farbe zeigt. Das Harz ist völlig geschmacklos, desgleichen das Gummi. Da nun das Gummigutt einen sehr scharfen kratzenden Nachgeschmack hat, so ist wohl kein Zweifel vorhanden, dass in diesem Gummiharz noch eine Substanz, welche bis jetzt bei der Analyse entgangen ist, vorhanden sein müsse.

Das Gummigutt wird zum Färben von Weingeistfirnissen, zu Firnissen für Metallgegenstände und als Wasserfarbe zum Malen angewendet. Die feineren Sorten werden medicinisch benutzt.

2) Asa foetida[1].

Dieses Gummiharz, auch Asant oder Teufelsdreck genannt, stammt hauptsächlich von der zu den Umbelliferen gehörigen *Skrorodosma foetidum Bunge*. Die Pflanze kömmt zwischen dem Aralsee und dem persischen Meerbusen, namentlich in Persien vor. Am massenhaftesten ist sie bei Chorassan, Herat und Chiwa zu finden, woselbst diese etwa 2 Meter hohe Pflanze förmliche Wäldchen bildet. In dem Steppengebiete, welches sie bewohnt, folgt sie dem kieselsandigen Boden und überall dort, wo der Boden einen lehmigen Character annimmt, fehlt sie.

Auch *Narthex asa foetida Falc.*, in Afghanistan vorkommend, liefert Asant. Es sind wohl auch noch einige andere harzliefernde, nach *Asa foetida* riechende Umbelliferen bekannt geworden, z. B. *Ferula deterrima Kar. et Kir.*, die aber nicht ausgebeutet werden.

Nach Borszow's Untersuchungen ist die Bastschicht die Entstehungsstätte des Harzes, welches namentlich in der Wurzel massenhaft auftritt, aber auch an den krautigen oberirdischen Pflanzentheilen beobachtet wurde. Schon die lebende Asantpflanze hat den höchst intensiven unangenehmen Geruch der *Asa foetida*, es muss mithin das in der *Asa foetida* vorkommende, diesen Geruch bedingende ätherische Oel schon fertig gebildet in der Pflanze vorkommen.

Obschon das Harz an der Wurzel der Stammpflanzen in ganzen Stücken haftet, wird dennoch behufs reichlicher Gewinnung die Pflanze angeschnitten. Nach älteren Angaben werden von etwa vierjährigen Individuen der *Scorodosma foetidum* die Stengel knapp an der Basis abgeschnitten und die Wundstelle mit Laub überdeckt; es fliesst nach einiger Zeit ein Harzsaft aus, der rasch erhärtet. Man nimmt die Harzklumpen ab, schneidet von der Wurzel eine Scheibe ab, von welcher nach einigen Tagen neuerdings Harz abgenommen werden kann. Durch neuerliches Abtragen von Wurzelscheiben lassen sich von derselben Wurzel noch mehrmals Körner des Harzes gewinnen. Aus *Narthex asa foetida* wird das Harz in der Weise dargestellt, dass man die mächtige, den Boden überragende Wurzel anschneidet, worauf der Saft innerhalb 1—2 Wochen unaufhörlich herausfliesst und theils in der Nähe der Wundstellen zu Körnern erstarrt, theils sich in gru-

---

1) Ueber diese und die beiden nächstfolgenden Gummiharze s. Flückiger, Pharmakognosie p. 20 ff.

benförmigen Vertiefungen, die man in den Boden macht, ansammelt. Nach Cooke's Beobachtungen versetzt man die grossen sich bildenden Harzmassen mit Gyps oder Gerstenmehl und nur die in der Nähe der Blätter erstarrenden Körner werden unverfälscht gelassen und bilden eine theure Sorte des Asant[1]).

Aus den angeschnittenen Bastzellen der Stammpflanze tritt ein anfänglich weisser Milchsaft hervor, der an der Luft erhärtet und seine Farbe ändert. Frisch angeschnittene nicht zu alte Körner des Asants sind im Inneren weiss, werden dann roth, violett und endlich braun.

Im Handel unterscheidet man zwei Sorten dieses Gummiharzes, nämlich Asant in Körnern (*Asa foetida in granis*) und massiger Assant (*A. f. in massis*). Erstere Sorte ist die bessere. Sie besteht aus ziemlich homogenen 1—3 Centim. im Durchmesser haltenden Stücken, welche je nach ihrem Alter weisslich bis braun gefärbt sind. Sie liefert blos 2—3 Proc. Asche. — Die zweite Sorte ist stets weniger homogen; häufig lässt sie eine ziemlich gleichartige Grundmasse erkennen, in welcher dichte Asantkörner eingebettet sind. Solche Sorten hat man ihrer Mandelstructur halber *Asa foetida amygdaloides* genannt. Diese Sorte ist reich an fremden Bestandtheilen; sie führt mineralische Körper (Gyps, Kalk), manchmal Stärke und fast immer Gewebsbestandtheile der Stammpflanze, nämlich Bast- und Parenchymzellen der Wurzelrinde mit sich. Ich habe in dieser Asantsorte bis zu 27 Proc. Mineralbestandtheile aufgefunden.

Anfänglich ist die *Asa foetida* wachsartig weich. Aeltere Stücke sind hart und spröde. Weiche Stücke werden in der Kälte hart und pulverisirbar. Weisse Körner zeigen rasch jene oben genannten Farbenwandlungen, wenn man sie mit Chlorwasser befeuchtet. Flückiger hat darauf aufmerksam gemacht, dass mit Salpetersäure benetzter Asant stellenweise eine malachitgrüne Farbe annimmt. Mit concentrirter Schwefelsäure angerieben giebt *Asa foetida*, nachdem die überschüssige Säure abgestumpft wurde, eine Flüssigkeit, welche Ferulasäure aufgelöst enthält und in Folge dessen schön fluorescirt.

Der Geruch des Asants ist höchst unangenehm knoblauchartig, der Geschmack bitter, scharf, und hält lange an.

Die *Asa foetida* enthält, abgesehen von fremden Beimengungen und Gewebsresten, Harz, ätherisches Oel und Gummi. Die Menge des Harzes beträgt etwa 50, die des ätherischen Oels 3—5 Proc. — Das Harz besteht grösstentheils aus der von Hlasiwetz entdeckten, in rhombischen, irisirenden Nadeln, krystallisirenden, mit heissen Wasser

---

1) Pharm. Journ. and Transact. V. p. 583.

eine fluorescirende Lösung gebenden Ferulasäure. — Das ätherische Oel ist gelb von Farbe, neutral, nimmt erst an der Luft in Folge einer Veränderung sauere Reaction an und ist in Wasser etwas löslich. Im frischen, unveränderten Zustande ist das Oel sauerstofffrei und schwefelhaltig.

Ob ein Unterschied zwischen dem Asant von *Scorodosma foetidum* und jenem von *Narthex asa foetida* besteht, ist noch nicht untersucht worden.

Die *Asa foetida* dient im Orient zum Würzen der Speisen; bei uns wird sie medicinisch, in neuerer Zeit auch technisch verwendet.

3) Galbanum.

Dieses Gummiharz, auch Mutterharz genannt, stammt von der im nördlichen und mittleren Persien vorkommenden, zu den Umbelliferen gehörigen *Ferula erubescens Boiss.*, vielleicht auch von *Ferula Schaïr Borsc.*, welche von dem Autor dieser Pflanze östlich vom Aralsee entdeckt wurde, und deren Harz zum mindesten in den äusseren Eigenschaften mit Galbanum übereinstimmt.

Es wird angegeben, dass sich an der Stammpflanze das Harz in Form von Tropfen am Grunde des Stammes und der Blätter ansammeln soll. Ueber die Gewinnung desselben liegen keinerlei Angaben vor.

Das im europäischen Handel erscheinende Galbanumharz bildet entweder kleine 0.5—1 Cent. im Durchmesser haltende individualisirte Körner oder grössere, wahrscheinlich aus kleineren Stücken zusammengeknetete Massen von ziemlich gleichartiger, grünlich-brauner Farbe, durchdringendem, an gelbe Rübe erinnerndem Geruche und bitterem, terpentinartigem Geschmack.

Im Handel unterscheidet man Galbanum in Körnern und massiges Galbanum. Ersteres wird nach Flückiger, nachdem es mit Weingeist befeuchtet wurde, durch Salpetersäure violett, eine Reaction, welche dem massigen Mutterharz nicht eigen ist. Diese Verschiedenheit scheint darauf hinzudeuten, dass das käufliche Galbanum von zwei verschiedenen Pflanzen herrührt.

Dieses Gummiharz ist weich, etwas knetbar und giebt mit Wasser eine weissliche Emulsion. Es enthält etwa 7 Proc. ätherisches Oel, über 50 Proc. Harz und ein in den Löslichkeitsverhältnissen mit Bassorin übereinstimmendes Gummi; Pflanzentheile kommen darin nicht selten vor. Die Menge der Mineralbestandtheile beträgt stets einige Procente. Mit Weingeist erhält man aus dem Galbanum eine sauer reagirende Flüssigkeit, die mit Ammoniak neutralisirt, fluorescirt. Das Harz des Galbanums giebt bei der trockenen Destillation ein prachtvoll blaues aromatisch riechendes Oel, welches mit dem Coeruleïn der

Kamillenblüthe übereinstimmt. Mit Salpetersäure oxydirt giebt das Harz des Galbanums Camphresin- und Styphninsäure.

Das Galbanum dient in der Medicin und zur Bereitung von Kitten.

4) Ammoniakgummi.

Eine in den Steppen des westlichen Asiens häufige, oft als Begleiterin der *Scorodosma foetidum* vorkommende Umbellifere, *Dorema ammoniacum Don.*, liefert dieses Gummiharz. Nach Borszow's[1]) wird aber blos in einigen Gegenden Persiens das Harz der genannten Pflanze gesammelt.

Das Harz entsteht aus einem, der Pflanze ohne äussere Angriffe entströmenden Milchsafte, welcher an der Wurzel und am Stamme zu Körnern verschiedener Grösse erstarrt.

Das Harz scheint von den Pflanzen einfach abgenommen und nicht durch Anschneiden gewonnen zu werden.

Man unterscheidet Ammoniakgummi in Körnern und in Massen. Letzteres zeigt manchmal Mandelstructur und heisst dann: *Ammoniacum amygdaloides*.

Die Körner dieses Gummiharzes haben meist einen Durchmesser von 0.5—1.5 Cent. Sie sind nicht ganz opak, weisslich, aussen bräunlichgelb, zeigen einen wachsartigen Glanz, erweichen schon in der Hand, riechen ziemlich stark und eigenthümlich und schmecken bitter, scharf.

Dieses Gummiharz enthält etwa 70 Proc. Harz, 3—4 Proc. ätherisches Oel, Gummi und Wasser. Fremde Beimengungen sind darin nur selten zu bemerken.

Die Bestandtheile des Ammoniakgummis sind noch nicht genau untersucht worden. Das ätherische Oel ist farblos und schwefelfrei.

Verwendung. In der Medicin und zur Darstellung von Kitten.

5) Terpentin.

Früher verstand man unter Terpentin den Balsam des zu den Terebinthineen gehörigen Baumes *Pistacia Terebinthus*. Diese Waare ist aber seit längerer Zeit gänzlich aus dem Handel verschwunden. Gegenwärtig belegt man die Balsame der Abintinen, also der Fichten, Tannen, Föhren u. s. w. mit diesem Namen.

Der Terpentin wird vorzugsweise in Europa und Nordamerika gewonnen. Was in Algier, in Australien und im kälteren Asien an diesem Körper erhalten wird, ist für den Welthandel bedeutungslos. —

---

[1]) Die pharmaceutisch wichtigen Ferulaceen der aralo-caspischen Wüste. Petersburg 1860.

Von europäischen Harzbäumen sind zu nennen: die Fichte, *Abies excelsa Lam.*, welche in einigen Gegenden Deutschlands und im Norden Europas auf Harz ausgebeutet wird; die Tanne, *Ab. pectinata DC.*, im Elsass; die Strandkiefer, *Pinus maritima Lamb.*, in Frankreich und Portugal; die Schwarzföhre, *Pinus Laricio Poir.*, in Niederösterreich und einigen Gegenden Frankreichs; die Weissföhre, *Pinus silvestris L.*, in Deutschland und Galizien; endlich die Lärche, *Larix europæa DC.*, vorzugsweise in Südtyrol, aber auch in den französischen und italienischen Alpen. — Die nordamerikanischen terpentinliefernden Bäume sind: *Abies balsamea Mill.*, *Pinus strobus L.* und *P. resinosa Ait.*, im nördlichen Nordamerika, besonders Canada; *Pinus Tæda L.*, von Virginien südlich bis Florida, und *Pinus palustris Mich.* (= *P. australis Mill.*), von Carolina bis Florida. Die grösste Menge des amerikanischen Terpentins gewinnt man von *Pinus australis*, die geringste von *Pinus strobus*. In einzelnen Districten ist dieser Baum so harzarm, dass er gar nicht ausgebeutet wird[1].

Die genannten Bäume liefern nicht nur Terpentin, sondern auch alle jene Waaren, die man als Harzproducte bezeichnet, nämlich Fichtenharz, Colophonium, Terpentinöl, Schwarzpech u. s. w., die entweder aus Terpentin oder aus den erstarrten Harzen dieser Bäume dargestellt werden.

Der Terpentin entsteht theils in der Rinde, theils im jungen Holze der Abietineen. In der Rinde scheint es vorwiegend der Zellinhalt, nämlich die in den Zellen der verharzenden Gewebe eingeschlossenen Stärkekörnchen, im Holzkörper hingegen die Zellwand zu sein, welche das Material zur Harzbildung hergiebt. Die Harz- oder Balsamgänge der Abietineen, in welchen der Terpentin sich oft in Massen ansammelt und nach aussen oder nach dem Holzkörper hingeführt wird, finden sich in allen Bäumen dieser Familie, auch in der Tanne, wo man sie lange übersehen hat, bis Dippel auch hier diese Gebilde nachwies[2]. Sie treten zum mindesten in der Rinde, oft aber auch im Holzkörper der Abietineen auf, und entstehen entweder durch Umwandlung ganzer Gewebsstränge oder durch Trennung der betreffenden Gewebe kurz nach deren Anlage.

Wenn die Menge des gebildeten Terpentins eine geringe ist, bleibt er dort liegen, wo er entstanden ist. Grössere Balsammassen werden hingegen stets nach anderen Orten hin von den Bildungsstätten geleitet. Gewöhnlich ergiesst sich der Terpentin über die Rinde der

1) André-Michaux: Histoire des arbres forestieres de l'Amerique septentrionale. I. p. 78 und 113.

2) Bot. Zeit. 1863. p. 253. ff.

Harzbäume, so bei Fichten, Weiss- und Schwarzföhren. Bei der Weisstanne und der canadischen Balsamtanne sammelt er sich in sogenannten Harzbeulen der Rinde, bei den Lärchbäumen Südtyrols in Hohlräumen des Holzkörpers an.

Die Methode der Terpentingewinnung ist zunächst von den Entstehungs- und Ansammlungsorten des Balsams abhängig. Aber selbst bei einer und derselben Baumart ist je nach dem Lande die Art des Anschnittes, die Aufsammlungsweise u. s. w. verschieden. Ich lasse hier die wichtigsten der indess meist noch sehr unvollkommenen Methoden der Terpentingewinnung folgen[1].

Die Fichte wird nur verhältnissmässig wenig auf Terpentin ausgebeutet. Dieser ungemein häufig vorkommende Baum wird nur selten rationell »geharzt« und gewöhnlich nur das, was freiwillig ausfliesst, gesammelt. Im Grossherzogthum Baden werden die Fichten behufs Terpentingewinnung an mehreren, gewöhnlich an vier Stellen »angerissen«. Die Risse laufen der Stammrichtung parallel, sind etwa zollbreit und ragen acht bis sechzehn Jahreslagen tief in den Holzkörper der Bäume hinein. Der aus den Wundflächen fliessende Balsam wird in Körben angesammelt.

Die Strandkiefer, welche an den südwesteuropäischen und nordafrikanischen Küsten sehr häufig anzutreffen ist, wird entschieden am zweckmässigsten auf den Landes zwischen Bayonne und Bordeaux, ausserdem noch in Portugal rationell geharzt. — Nach der französischen Harzungsmethode werden Bäume im Alter von zwanzig bis vierzig Jahren zwanzig bis vierzig Jahre hindurch, kräftige Individuen auch noch längere Zeit hindurch auf Terpentin ausgebeutet. Man macht zuerst an einer Seite des Baumes, einige Centimeter über dem Boden einen der Länge nach gehenden, einige Centimeter breiten, concav in den Stamm eingreifenden Ausschnitt, welcher bis in's junge Holz hineinragt. Nach einigen Tagen wird diese Lache (quarre) nach oben hin verlängert und diese Procedur so lange wiederholt, bis die ganze Wunde eine Höhe von 0.5—0.8 Meter erreicht hat. Aus den frischen Schnittflächen quillt der Terpentin hervor. Im nächsten Jahre wird die Wunde auf der gegenüberliegenden Seite in gleicher Weise wie im Vorjahre beigebracht. Die folgenden Schnittwunden werden zwichen die schon bestehenden gestellt. Nach und nach vernarben die älteren Wunden soweit, dass hierdurch wieder Raum zu neuen Lachen gewonnen wird. Früher liess man den ausfliessenden Balsam über die ganze Wunde hinablaufen und fing ihn in einem am Boden aufgestell-

---

[1] Offic. öster. Bericht über die Pariser Ausstellung (1867). Bericht von J. Wessely Bd. V. p. 458 ff. und Bericht von J. Wiesner Bd. V. p. 491 ff.

ten Becken auf, wodurch beträchtliche Verluste an Terpentinöl eintraten. In neuerer Zeit hat man nach den Vorschlägen von Hugues und Ader die Methode dahin abgeändert, dass man am Stamme, innerhalb des Bereichs der Schnittwunde, Thongeschirre beweglich anbringt, welche an die Stelle des jeweiligen Ausflusses des Terpertins befestigt werden und die man, um die atmosphärischen Niederschläge, welche den Terpentin trüben, und die directe Wirkung der Sonnenstrahlen, welche die Verdampfung des Terpentinöls beschleunigen, abzuhalten, mit Holzbrettchen möglichst vollständig überdeckt. Nach der portugisischen Methode der Terpentingewinnung, welche in der Provinz Estremadura ausgeübt wird, verwundet man die Strandkiefern bloss an einer Seite. Die Schnittwunde nimmt etwas weniger als die halbe Breite des Stammes ein, geht ins junge Holz hinein, ist nach unten zu stumpfwinkelig, nach oben rund abgegrenzt. Die untere Grenze der Schnittwunde befindet sich einige Centimeter über dem Boden. Sie wird im ersten Jahre der Harzung nach und nach bis zu einer Höhe von zwölf Centimetern nach oben verlängert. In den folgenden Jahren erweitert man die erstjährige Wunde nach oben hin. Der Terpentin wird gegenwärtig in beweglich befestigten Thongefässen aufgesammelt, die man stets an die Orte des stärksten Ausflusses anbringt und mit Brettchen überdeckt, um Sonne und Regen abzuhalten.

Die Schwarzföhre wird vornehmlich in Niederösterreich auf Terpentin ausgebeutet. Am grossartigsten wird das Gewerbe der Harzung dieses Baumes in der Umgebung von Mödling, Baden und Guttenstein ausgeübt. Die »Schälung« der Bäume beginnt zehn bis zwanzig Jahre von dem Abtriebe. Die Föhren haben dann ein Alter von fünfzig bis hundert Jahren. Man beginnt damit, in den Baum, etwa einen Fuss über dem Boden, eine Höhlung (Grandel) recht kunstvoll auszustemmen welche bestimmt ist, den ausfliessenden Terpentin aufzunehmen. Ueber der Höhlung, welche $^1/_2$—$^2/_3$ der Stammbreite einnimmt, nimmt man Rinde und Splint nach und nach im ersten Jahre, bis zu einer Höhe von 15 Zoll ab. Das Abnehmen von Rinde und jungem Holze geschicht durch einen eigenthümlichen gekrümmten Hammer (Dechsel). Der Terpentin fliesst aus den jüngsten Wundstellen stets am reichlichsten aus. In den nächstfolgenden Jahren verlängert man die Wunde nach oben um je 15 Zoll. Der Terpentin fliesst stets nur aus den frischen, nicht aus den vorjährigen Wunden aus. Dennoch erfolgt, obschon in den letzten Jahren der Harzung die jüngste Schnittwunde oft mehrere Klafter über dem Grandel liegt, stets im letzteren die Aufsammlung des Terpentins. Es ist leicht einzusehen, dass auf diesem langen Wege der Balsam viel von seinem werthvollsten Bestandtheil, von Terpentinöl einbüssen muss. Um nicht durch Abfluss des Terpentins nach der Seite

hin allzugrosse Verluste zu erleiden, giebt man dem abfliessenden Balsam, durch schief in die Wundflächen eingelegte Holzspähne die Richtung nach dem Grandel hin. — Auch in Frankreich und auf Corsica beginnt man jetzt die harzreiche Schwarzkiefer zu harzen, aber nach der oben bei der Strandkiefer mitgetheilten Methode.

Die Lärche liefert einen Balsam, der im Handel unter dem Namen venetianischer Terpentin bekannt ist, in den Gewinnungsbezirken Tyrols den Namen Largo oder Larget führt. Man gewinnt diesen Terpentin in Tyrol (um Bozen, Meran und Trient) um Bricançon und im Thale St. Martin (Piemont, in der Nähe von Pignerolo). Ueber die tyroler Harzungsmethode der Lärche liegen interessante Beobachtungen von H. v. Mohl[1]) und I. Wessely[2]) vor. Es werden nach den genannten Beobachtern im Frühjahre die Hauptstämme der Bäume etwa 0.3 Meter über dem Boden mit einem Bohrer angebohrt; das Bohrloch wird durch einen fest eingetriebenen Zapfen verschlossen und der sich nach und nach bildende Terpentin im Herbste aus dem Hohlraume herausgenommen. Das Bohrloch hat eine grösste Weite von etwa 3 Centim. und reicht bis ins Centrum des Holzkörpers hinein. Die Bohrlöcher werden den Winter über geschlossen gehalten. Jeder Baum liefert jährlich $^1/_4$—$^3/_4$ Seidel Terpentin. — Ueberall wo sonst noch die Lärche auf Terpentin ausgebeutet wird, werden tiefe Löcher in den Holzkörper gemacht, entweder mit dem Bohrer oder mit der Axt. Nach allen hierüber vorliegenden Daten scheint man aber an den übrigen Gewinnungsorten in einer keineswegs zweckmässigen Weise von der tyroler Methode abzuweichen, nämlich die Löcher unverschlossen zu lassen, wodurch nicht nur Verluste an Terpentinöl, sondern auch infolge Zutrittes atmosphärischen Wassers Trübungen des Terpentins bedingt werden. In den piemontesischen Alpen lässt man die Löcher so lange offen als Balsam herausfliesst, und verschliesst sie erst nachdem der Abfluss des Terpentins aufgehört hat. Man will bemerkt haben, dass ein 12—14 Tage andauernder Verschluss der Bohrwunde den Baum zu neuerlichem Abfluss des Balsams anregt.

Die Weisstanne ist in den meisten Gegenden wo sie vorkömmt, ein sehr harzarmer Baum. Im Elsass hingegen liefert dieser Baum viel Terpertin, der unter dem Namen Strassburger Terpentin im Handel bekannt ist. Es soll sich dort der Balsam in Harzbeulen der Rinde ansammeln, aus welchen man ihn in nach der Oeffnung hin zugespitzte Gefässe ablaufen lässt, nachdem man den natürlichen Harzbehälter ge-

---

1) H. v. Mohl, die Gewinnung des venetianischen Terpentins. Bot. Zeit. 1859. p. 329 ff.

2) I. Wessely, die öster. Alpenländer und ihre Forste. 1853. p. 369.

öffnet hat[1]. — Aehnlich so wird auch nach André-Michaux[2]) in Nordamerika (Maine und Canada) aus der Balsamtanne *(Abies balsamea Mill.)* der Canadabalsam dargestellt.

Nach dem letztgenannten Autor[3]), wird der amerikanische Terpentin in ähnlicher Weise dargestellt, wie in Niederösterreich, nur macht man dort an alten, umfangreichen Bäumen in die Harzbäume 2—4 Löcher zur Ansammlung des Balsams.

Die Terpentine sind dünn- oder dickflüssige Balsame. Man unterscheidet sie in feine und gemeine. Erstere sind klar oder nur schwach getrübt und lassen sich dann leicht klären, letztere trübe. Die Trübung rührt entweder von eingeschlossenem Wasser her und lässt sich in diesem Falle schon durch Erwärmen beseitigen; oder aber der Grund liegt in reichlichem Auftreten von krystallisirter Abietinsäure, und derartig getrübte Terpentine werden durch Erwärmen nur noch trüber.

Venetianischer Terpentin. Wie schon oben erwähnt wird der Lärchenterpentin mit diesem Namen belegt. Im französischen Handel versteht man aber unter térébenthine de Venise eine bessere Sorte vom Balsam der Strandkiefer; angeblich jene klare Masse, welche aus den zur Aufbewahrung des Terpentins dienenden Tonnen aussickert[4]). — Echter Lärchenterpentin zählt trotz einer schwachen Trübung doch zu den feinen Terpentinen. Er ist frei von allen krystallinischen Einschlüssen, seine Trübung wird durch kleine eingeschlossene Luftblässchen und Wassertröpfchen hervorgerufen. Er klärt sich in dünnen Schichten schon nach kurzer Zeit von selbst. Der Geruch dieses Balsams ist terpentinartig und erinnert nebenher an Muskatnuss und Citronen. Der diesem Terpentin stets eigene bittere Geschmack dürfte nach Flückiger's[5]) Vermuthung von Pinipikrin, einem in den Coniferen von Kawalir aufgefundenem Glycosid, herrühren.

Der strassburger Terpentin *(terebinthina argentoratensis)* gehört seiner Klarheit wegen zu den feinen Terpentinen. Er hat einen angenehmen citronartigen Geruch und intensiv bitteren Geschmack. Obgleich dünnflüssiger als venetianischer Terpentin trocknet er doch rascher als dieser ein.

Der Canadabalsam ist der edelste aller Coniferen-Balsame. Im frischen Zustande ist er farblos, älter geworden nimmt er eine gelbliche Farbe an und erstarrt schliesslich; stets bleibt er jedoch klar. Auch im

---

1) S. H. v. Mohl l. c. p. 341.
2) André-Michaux l. c. p. 341.
3) l. c. I. p. 72 ff.
4) Rapports du Jury intern. de l'Expos. 1862. II. p. 147.
5) Pharmakognosie, p. 71.

Mikroskope erscheint er völlig durchsichtig und homogen. Sein Geruch ist angenehm, balsamisch, sein Geschmack aromatisch und etwas bitter zugleich. Nach Flückiger[1]) beträgt seine Dichte bei 14.5° C. 0.9984. Von allen Terpentinen unterscheidet sich der Canadabalsam durch sein Lichtbrechungsvermögen. Kartoffelstärkekörnchen werden nämlich in allen Terpentinen undeutlich oder verschwinden darin fast völlig, während sie, in Canadabalsam eingelegt, mit grosser Schärfe hervortreten.

Gemeiner Terpentin. Je nach der Abstammung und der Gewinnungs- und Behandlungsweise variiren die Eigenschaften der käuflichen Terpentinsorten. Manche sind dünn- andere dickflüssig. Die letzteren sind oft so reichlich mit Krystallen von Abietinsäure durchsetzt, dass sie körnig erscheinen, was immer ein Anzeichen von geringem Gehalte an Terpentinöl ist. Der Gehalt der Terpentine an flüchtigem Oel, ihrem werthvollsten Bestandtheil, schwankt zwischen 8—33 Proc. Die Oelarmuth der Terpentine ist entweder natürlich oder künstlich hervorgerufen. Es ist nach den Mittheilungen über die Gewinnung dieser Balsame wohl recht einleuchtend, dass je nach dem Verfahren selbst die Terpentine eines und desselben Baumes sehr verschiedene Mengen an Terpentinöl enthalten können. So z. B. müssen die in den ersten Jahren der Harzung eines Schwarzföhrenbaumes gewonnenen Terpentine ölreicher als die später gesammelten ausfallen, da der Terpentin im ersten Jahre nur eine geringe Strecke zurückzulegen hat, um in's »Grandl« zu kommen, während er in späteren Jahren aus sehr hochliegenden Wundflächen ausfliesst, und einen mehrere Meter langen Weg zurückzulegen hat, ehe er die in das Holz des Baumes geschnittenen Behälter erreicht. Auf dem langen Wege wird er aber begreiflicher Weise mehr an flüchtigem Oel einbüssen, als auf der kurzen Strecke. Es ist erwiesen, dass die Terpentine des Handels auch auf künstliche Weise eines Theils des flüchtigen Oels beraubt wurden. Die im österreichischen Handel unter dem Namen dicker, goldfeiner und unechter Lärchenterpentin vorkommenden Sorten sind Balsame, von denen einige Procente Terpentinöl abdestillirt wurden[2]).

Alle gemeinen Terpentine enthalten Krystalle von Abietinsäure. Die besten, ölreichsten Sorten wenig, die schlechten, ölarmen viel. Am raschesten findet man die Abietinsäure im Polarisationsmikroskop. Die ölarmen Terpentine lassen im Mikroskop schon direct eine Menge von Krystallen dieser Harzsäure erkennen, welche stets eine eigenthümliche, wetzsteinartige Form zeigen. Die Länge dieser Krystalle steigt

1) Schweizerische Wochenschrift für Pharm. 1869.

2) J. Wessely, Ausstellungsbericht p. 464.

bis auf 0.22 Millim. Am schärfsten treten diese Krystalle hervor, wenn man zum Terpentin einen Tropfen Weingeist oder Terpentinöl fügt, wobei indess nach kurzer Zeit eine Corrosion der Krystalle eintritt. Im Polarisationsmikroskop zeigen die Wetzsteinformen concentrische Ringe. Kartoffelstärkekörnchen verschwinden, in ölarme Terpentine eingelegt, fast völlig, während sie in ölreichen, namentlich, nachdem sie einige Zeit darin gelegen haben, noch nachweisbar sind.

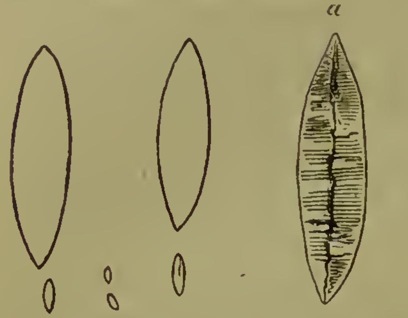


Fig. 12. Vergr. 300. Wetzsteinförmige Abietinsäurekrystalle aus Terpentin (amerikanischer Terpentin), *a* Krystall, durch Einwirkung von Weingeist corrodirt.

In Bezug auf die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Abietineen-Balsame ist folgendes anzuführen. Der Lärchenterpentin dreht die Polarisationsebene nach rechts, obgleich das diesem Balsame eigene ätherische Oel linksdrehend ist[1]. In optischer Beziehung verhält sich der Canadabalsam und dessen ätherisches Oel in gleicher Weise, wie von Biot und Soubeiran nachgewiesen wurde[2]. Die gemeinen Terpentine sind entweder rechts- oder linksdrehend und die in ihnen vorkommenden Terpentinöle zeigen auch im Drehungsvermögen ebenfalls sehr bedeutende Unterschiede. Es drehen die ätherischen Oele mancher Sorten rechts, die anderen links. — Sowohl die feinen als die gemeinen Terpentine enthalten mehrere Harze, über die unten bei Besprechung des gemeinen Harzes abgehandelt werden wird, ferner Terpentinöl. Wie schon früher bemerkt, schwankt die Menge des letzteren zwischen 8—33 Proc. Die Terpentinöle der verschiedenen Terpentinsorten stimmen in ihren physikalischen Eigenschaften nicht überein; nicht nur dass ihr Moleculardrehungsvermögen ein verschiedenes ist, unterscheiden sie sich von einander auch durch ihre Dichte und ihren Geruch. Von Flückiger ist auch der interessante Nachweis geliefert worden, dass selbst in einer und derselben Sorte von Terpentin verschiedene Terpentinöle auftreten können. So kommen im Lärchenterpentin mehrere Terpentinöle vor, deren Siedepuncte zwischen 155—190° C. liegen. Aehnliches wurde von dem genannten Forscher auch für den Canadabalsam dargelegt. Es siedet nämlich das vorwiegend in diesem Balsam auftretende flüchtige Oel bei 167° C. Ein anderes siedet unter 160, ein drittes erst bei 170°. Alle drei Sorten des Oeles drehen nach links. — Der Canadabalsam weicht in der chemischen Constitution von den

---

1) Flückiger l. c.
2) S. Guibourt, Hist. nat. des drogues simples. VI. Ed. p. 262.

übrigen Terpentinen ab. Ausser flüchtigem Oel (24 Proc.), im absoluten Alkohol löslichem Harz und einem Harze, das im absoluten Alkohol unlöslich, in Aether löslich ist, enthält er nach Bonastre noch eine kleine Menge eines kautschukähnlichen Körpers.

Aus Terpentin werden Terpentinöl und die unten zu nennenden Harzproducte dargestellt; er dient ferner zur Bereitung von Firnissen, Lacken, Siegellack und Harzseifen. Die feinen Terpentine finden eine medicinische Verwendung, werden aber auch technisch und zwar vornehmlich zum Auftragen von Lustrefarben auf Metall und Porzellan verwendet. Der Canadabalsam findet vielfache Anwendung zu optischen Zwecken und dient auch zum Einschliessen mikroskopischer Präparate.

6) Gemeines Harz.

Alle oben bezeichneten Terpentinbäume liefern auch Harze, die man als gemeines Harz, oder, trotz der Verschiedenartigkeit der Abstammung als Fichtenharz zusammenfasst. Das gemeine Harz ist entweder ein gewöhnliches Sammelproduct, welches aus dem den Terpentinbäumen entquellenden Balsamen entsteht, indem das flüchtige Oel entweicht, oder muss als ein Kunstproduct angesehen werden, wenn es nämlich aus Terpentinen dargestellt wird, die man durch Abdestilliren ihres flüchtigen Oeles beraubte.

Zu den wichtigen Sorten des gemeinen Harzes, welche einfach Sammelproducte sind, zählen das galizianische Weissföhrenharz, das natürliche Fichtenharz, das in manchen Gegenden Böhmens, z. B. um Karlsbad gesammelte Wurzelpech, (schwefelgelbe Harzplatten, die sich zwischen Rinde und Holz dicker Wurzeläste der Fichte ansammeln), der Waldweihrauch, ein beim Verbrennen angenehm riechendes Harz, das von jungen Föhren und Fichten in Tröpfchenform abfliesst und vom Waldboden in Gestalt kleiner Körnchen aufgelesen wird, ferner jene stalactitischen Harzmassen, welche sich an den Wundflächen der Terpentinbäume ansammeln, die in Frankreich Galipot und Barras, in Niederösterreich Scharrharz genannt werden, das von mir auf dem Narbengewebe verletzter Schwarzföhren aufgefundene eigenthümliche Harz, welches ich unten als Ueberwallungsharz beschreiben werde u. m. a.

Zu den künstlich gewonnenen Sorten des gemeinen Harzes gehört der gekochte Terpentin, das Weisspech oder Wasserharz und das Colophonium.

Das natürliche Fichten- und Föhrenharz bildet halbweiche bis harte, gelbliche oder bräunliche, selten röthliche Massen von eigenthümlichen, terpentinartigem Geruch und bitterem Geschmack. Sie

bestehen aus einer homogenen, einfach lichtbrechenden Grundmasse, welche reichlich von krystallisirter Substanz (Abietinsäure) durchsetzt ist.

Das Wurzelpech ist hart und spröde. Die Grundfarbe ist schwefelgelb. Stellenweise ist es röthlich gefärbt. Es ist reich an krystallisirter Substanz. Der Geschmack dieses Harzes ist rein bitter. An der Luft durch längere Zeit gelegene Stücke sind fast geruchlos. In verschlossenen Räumen durch mehrere Wochen aufbewahrt, lässt es jedoch einen eigenthümlichen, scharfen Geruch erkennen.

Das Ueberwallungsharz der Schwarzföhren bildet entweder dünne Krusten oder knollenförmige, mehrere Centimeter im Durchmesser haltende Stücke. Frisch aufgebrochene Stücke glänzen bernsteinartig und sind von gelblicher Farbe. An der Luft wird es matt und nimmt eine röthliche in's Violette geneigte Farbe an. Gepulvert wird es pfirsichblühroth. Der Geruch ist angenehm und erinnert an die zimmtsäureführenden Harze. Der Geschmack ist milde, aromatisch und nicht bitter. Dieses Harz ist reichlich mit Krystallen durchsetzt, welche besonders deutlich nach kurzer Einwirkung von Terpentinöl auf das Harz hervortreten und die Gestalt schiefrhombischer Tafeln haben.

Der Waldweihrauch bildet kleine weissliche, gelbliche oder röthliche Körnchen, welche sich von dem gewöhnlichen Fichtenharz nur dadurch zu unterscheiden scheinen, dass sie weniger terpentinartig riechen.

Der gekochte Terpentin ist von mattgelber Farbe, hat nur wenig Geruch und Geschmack und besteht, mikroskopisch untersucht, aus feinen, zum Theil doppelt lichtbrechenden Körnchen. An der Luft dunkelt er stark nach, so dass grössere Stücke aussen wie mit einer bräunlichen Hülle umkleidet erscheinen. Diese Schicht, in welcher sich leicht Abietinsäurekrystalle nachweisen lassen, ändert sich bei langem Liegen an der Atmosphäre nochmals um, sie wird wieder lichter und nimmt einen starken, atlasartigen Glanz an.

Das Weiss- oder Wasserharz (résine hydraté) unterscheidet sich von dem gekochten Terpentin schon durch seine lichtere Farbe und poröse Beschaffenheit, welche letztere auch schon für das freie Auge kenntlich ist. Aber auch ganz kleine Splitter lassen bei mikroskopischer Untersuchung Poren verschiedener Grösse erkennen. Alle diese Poren sind mit Wassertröpfchen erfüllt. Die fast weisse Farbe dieser Harzsorte findet in dem reichlichen Auftreten fein vertheilten Wassers ihre genügende Erklärung. Beim Liegen an der Luft überzieht sich das Weissharz mit einer dunklen, transparenten Schicht, deren Poren nicht mit Wasser, sondern mit Luft erfüllt sind.

Der gekochte Terpentin enthält nur wenig, das Weissharz hin-

gegen grosse Mengen von tropfbarem Wasser. Die Gewinnungsweise dieser beiden Harzsorten erklärt uns diese Verschiedenheit. Erstere entsteht aus dem Terpentin, indem man dessen flüchtiges Oel abdestillirt, letztere wird hingegen durch Einrühren von Wasser in schmelzendes Rohharz gewonnen.



Fig. 13. Vergr. 400. *a* Krystalle, *b* Krystallaggregate aus einem geringen (noch nicht völlig amorph gewordenen) Colophonium.

Das Colophonium ist eine von allen früher genannten völlig verschiedene Harzsorte. Sie entsteht aus gekochtem Terpentin oder Rohharz dadurch, dass man diesen Körper so lange schmilzt, bis er klar geworden ist. Das Klarwerden beruht auf der Ueberführung der krystallisirten Abietinsäure des Terpentinharzes in das amorphe Anhydrid derselben. Je vollständiger die krystallisirte Substanz zerstört wird, desto durchsichtiger wird das Colophonium und als desto besser wird es gehalten. Die besten Sorten dieses Harzes sind völlig krystallfrei, in minderen lassen sich noch hier und dort Krystalle uachweisen. — Das Colophonium zeigt verschiedene Farben, von blassgelblich angefangen bis zu einem tiefen fast schwärzlichen Braun. Die Farbe scheint nicht nur von der Temperatur, bei welcher es erhalten wurde, sondern auch von der Abstammung beeinflusst zu werden. Es sind beispielsweise die skandinavischen Fichtenharze, obwohl bei niederer Temperatur geschmolzen dennoch durch eine tiefe, fast schwärzliche Farbe ausgezeichnet[1].

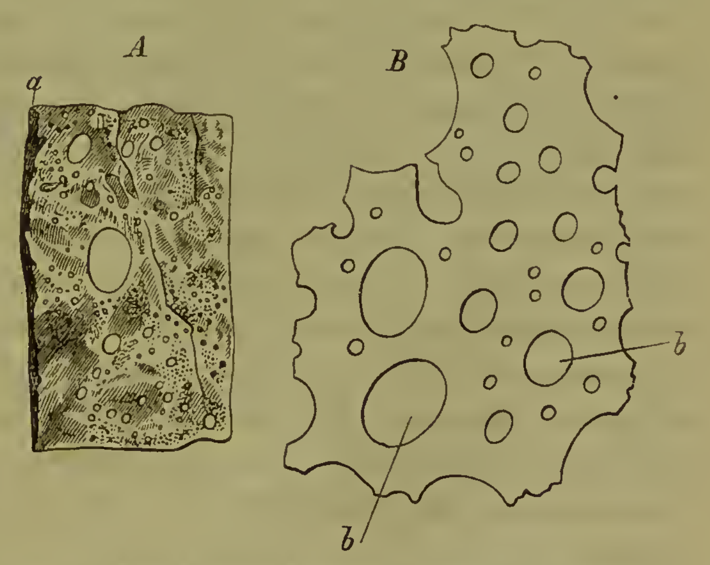


Fig. 14. Wasserharz (eine Sorte von Terpentinharz). *A* natürliche Grösse, *a* dunkle, wasserarme Hülle. *B* Vergr. 300 *b* mit Wasser erfüllte Hohlräume.

Gemeines Harz ist ein Gemenge von mehreren Harzsäuren mit kleinen Mengen von Terpentinöl. Es unterscheidet sich von Terpentin nur durch den geringen Gehalt an ätherischem Oel. Das Terpentinöl ist wohl stets nach der Formel $C_{10}H_{16}$ zusammengesetzt; dennoch zeigt es je nach der Stammpflanze ein verschiedenes physikalisches

1) Offic. österr. Bericht etc. Bd. V. p. 491.

Verhalten. Die Dichte variirt von 0.856 bis 0.860, der Siedepunct von 152 bis 172° C. Das Molekulardrehungsvermögen verschiedener Terpentine ist ebenfalls verschieden; einige sind rechts- andere linksdrehend. Auch im Geruche zeigen sich sehr auffällige Unterschiede. Das ätherische Oel der Schwarzföhre riecht angenehm aromatisch, das flüchtige Oel des Tannenterpentins erinnert im Geruche an Citronen, das der gemeinen amerikanischen Terpentine riecht unangenehm. Diese flüchtigen Oele sind es, welche den betreffenden Terpentinen und Harzen ihren eigenthümlichen Geruch verleihen.

Man hat bis auf die neueste Zeit im gemeinen Harz mehrere verschiedene Harzsäuren nachzuweisen versucht, nämlich eine amorphe Verbindung Pininsäure ($C_{40}H_{60}O_4$) und eine in rhombischen Prismen krystallisirende, die Sylvinsäure ($C_{40}H_{60}O_4$). Nach Strecker soll erstere nur die amorphe Modification der letzteren sein. Nach den Untersuchungen von Laurent[1]) enthielte der französische Terpentin eine der Sylvinsäure nahestehende Verbindung, die er Pimarsäure nannte, und nach Unverdorben[2]) kömmt im Colophonium eine eigenthümliche, aus der Sylvinsäure durch Erhitzung hervorgehende Harzsäure, die Colopholsäure, vor. — Dem entgegen stehen die Untersuchungen von Maly[3]), welcher im Terpentin, im Fichtenharz und Colophonium nur eine Säure nachwies, nämlich die Abietinsäure ($C_{44}H_{64}O_5$), welche in den genannten Substanzen entweder als solche auftritt oder durch ihr Anhydrid substituirt wird. Die Harzbäume bilden das Anhydrid. An die Luft tretend wird dieses durch Wasseraufnahme in Abietinsäure umgewandelt. Beim Schmelzen geht die stets krystallisirende Säure in ihr amorphes Anhydrid über. Fichtenharz enthält also nach Maly Abietinsäure, Colophonium hingegen deren Anhydrid. — Die amorphe Substanz des Fichtenharzes löst sich in 72proc. Alkohol leicht auf. Sie ist eine indifferente Substanz. Man hat sie früher als Gammaharz des Terpentins zum Unterschiede von den beiden sauern Verbindungen des Fichtenharzes, die man früher als Alpha- und Betaharz ansprach, bezeichnet.

Das gemeine Harz findet eine sehr vielseitige Anwendung zu Firnissen, Lacken und Kitten. Es wird auch zum Leimen des Papiers und zur Darstellung von Maschinenschmiere verwendet. Die Verwendung des Bräuer- und Boutellienpeches und des Colophoniums sind hinlänglich bekannt. Die harzreichen Holzmassen, welche als Nebenproduct der Harzgewinnung aus den von den Bäumen abgekratzten

1) Ann. Chim. et Phys. Bd. 65, 68.

2) Pogg. An. Bde. 7, 8, 11, 14 und 17.

3) Sitzungsberichte der kais. Akad. der Wissenschaften zu Wien. Bd. 54. p. 121.

Harzmassen (Scharrharz) zurückbleiben, und die in Niederösterreich als »Pechgriffen« bezeichnet werden, dienen zur Darstellung von Leuchtgas und anderen Beleuchtungsstoffen (Fluid, Pinolin u. s. w.) von Theer, Kreosot, Paraffin und Anilin [1]).

7) Mekkabalsam.

Die Stammpflanze dieses Balsams ist *Balsamodendron gileadense Kth.* eine baumartige Burseracee, welche dem arabischen Küstengebiete angehört. Die in unsern Handel kommende Sorte wird durch Auskochen der Zweige mit Wasser erhalten. Eine bessere Sorte, die aber im Oriente bleibt, fliesst aus Einschnitten, welche man jungen Zweigen oder Blütenstielen beibringt, aus.

Der Mekkabalsam des europäischen Handels schmeckt etwas bitter hat den Geruch von Terpentin und Citronen, die Consistenz der feinen Terpentine, eine braunröthliche Färbung und ist stets etwas trübe. Die besten im Oriente bleibenden Sorten, dieses Balsams sind blassgelblich gefärbt und besitzen einen angenehmen balsamischen, an Citronen erinnernden Geruch und einen aromatischen, erwärmenden Geschmack. Alle Sorten sind anfänglich dünn-, später dickflüssig.

Mikroskopisch betrachtet erscheint der Mekkabalsam völlig klar und ohne alle festen Beimengungen. Auf Zusatz von Weingeist wird er milchig getrübt. Nunmehr erscheint er aus kleinen, in lebhafter Molekularbewegung begriffenen Kügelchen zusammengesetzt. Im Lichtbrechungsvermögen stimmt der Mekkabalsam so genau mit der Kartoffelstärke überein, dass die Körnchen derselben, in den Balsam eingelegt, fast gänzlich verschwinden. Man kann diese Eigenschaft benutzen, um den Mekkabalsam auf seine Echtheit zu prüfen, und um Verfälschungen desselben, namentlich mit fetten Oelen, aufzufinden. Schon ein mit wenigen Procenten Oliven- oder Ricinusöl versetzter Mekkabalsam lässt die Stärkekörnchen der Kartoffel mit Deutlichkeit hervortreten.

Der Mekkabalsam enthält ein ätherisches, angenehm riechendes Oel und zwei noch nicht genügend untersuchte, in Weingeist und Aether leicht lösliche Harze [2]).

Die besten Sorten dieses Balsams gelangen nicht zu uns. Die bei uns vorkommenden Sorten werden in der Parfümerie benutzt.

---

1) Th. Müllner, Bericht über die Gewinnung und Verarbeitung des Schwarzföhrenharzes. Wien 1867.

2) Ueber die Bestandtheile des Mekkabalsams s. Bonastre, Journ. Pharm. 18. p. 98.

8) Copaivabalsam.

Die Hauptmasse des im Handel erscheinenden Copaivabalsam liefert *Copaifera multijuga Hayne*, eine im Norden Brasiliens, besonders häufig in Para vorkommende baumartige Cœsalpinee. Aber auch *Copaifera Langsdorffii Desf.* und *C. coriacea Mart.*, welche im östlichen und südlichen Brasilien auftreten und die in Venezuela und auf den westindischen Inseln häufige *C. Jacquinii Desf.* geben erhebliche Mengen dieses Balsams. Zweifelsohne existiren noch zahlreiche andere Copaifera-Arten, aus welchen gleichfalls Capaivabalsam dargestellt wird. (S. oben p. 77.) Ueber ihre Bedeutung als Stammpflanzen der genannten Waare ist aber nichts genaueres bekannt geworden.

Durch Martius und Schomburgk wurden wir mit der höchst einfachen Gewinnungsweise des Copaivabalsams bekannt. Es werden die Stämme bis ans Kernholz mit der Axt angehauen, worauf der Balsam schon nach wenigen Stunden pfundweise hervorquillt.

Ueber die Entstehungsweise und über die Erzeugungsstätte des Copaivabalsams in den Geweben der Stammpflanze wissen wir nichts sicheres. Wohl ist durch Berg die Anwesenheit von Balsam in den Rinden der Copaifera-Arten nachgewiesen worden; aber die Beobachtung Flückiger's[1]), dass der Balsam in den Gefässen des Holzkörpers vorkömmt, scheint jedoch für die Frage der Entstehung schwerer ins Gewicht zu fallen, da sie mit der Gewinnungsweise im Einklange steht.

Die besten Sorten kommen aus Südamerika, geringere von Westindien. Die grössten Mengen des südamerikanischen Copaivabalsams kommen nach Berg[2]) von Para, Maranhan, Rio Janeiro, Carthagena und Savanilla. Der Balsam von Maracaibo wird, neuen verlässlichen Angaben zufolge, bloss von dort ausgeführt, kömmt aber eigentlich von Venezuela.

Im Handel erscheint vorzugsweise dünnflüssiger, ferner ein dickflüssiger Copaivabalsam; ersterer kömmt von Südamerika, letzterer von den Antillen. Die dünnflüssige Sorte ist im frischen Zustande hellgelb, wird nach längerer Aufbewahrung dunkler, hat einen eigenthümlichen Geruch und einen bitteren und scharfen Geschmack. Der dickflüssige Copaivabalsam ist goldgelb, erinnert im Geruche an Terpentin und schmeckt bitter und kratzend. Die Dichte beträgt 0.91—0.99. Der Copaivabalsam von Para hat die geringste Dichte. Nach Pelletier[3]) scheidet sich am Boden eines Gefässes, in welchem dieser Balsam durch längere Zeit aufbewahrt wurde, eine Harzmasse ab, in welcher sechsseitige Tafeln und Prismen auftreten.

1) Pharmakognosie p. 80.

2) Pharmac. Waarenkunde p. 593.

3) Journ. de Pharm. 6. 315.

Der Copaivabalsam von Para wird sowohl durch Weingeist als durch Ammoniak milchig getrübt. Die übrigen Sorten dieses Balsams lassen wohl stets, wenngleich manche erst unter dem Mikroskop, nach Einwirkung der beiden Reagentien eine mehr oder minder ausgesprochene Trübung erkennen.

Der Balsam der Copaiferen stimmt im Lichtbrechungsvermögen mit den Stärkekörnchen der *Canna edulis* so nahe überein, dass dieselben in die genannte Flüssigkeit eingelegt verschwinden und erst bei starker Abblendung ihre Contouren in matten Linien erkennen lassen. Kartoffelstärkekörnchen erscheinen im Copaivabalsam mit ziemlicher Deutlichkeit. Das Verhalten gegen Canna-Stärkekörnchen kann mit Vortheil benutzt werden, um die Echtheit des Copaivabalsams zu constatiren. Namentlich gelingt es leicht, Verfälschungen dieser Waare durch fette Oele mittelst dieser Amylumsorte aufzudecken. Schon einige Procente von Ricinusöl im Copaivabalsam ändern dessen Lichtbrechungsvermögen so weit ab, dass selbst bei ganz schwacher Abblendung die Canna-Stärkekörnchen deutlich hervortreten.

Der Copaivabalsam enthält, je nach der Abstammung und dem Alter der Sorten 30—80 Procent eines ätherischen Oels von der Zusammensetzung $\text{C}_{10}H_{16}$, (Copaivaöl), welches den Geruch des Balsams bedingt, rechts oder links dreht und bei 245° C. siedet, ferner eine krystallisirte Harzsäure (Copaivasäure) und einen amorphen, harzartigen Körper. Die Copaivasäure ($\text{C}_{20}H_{30}\text{O}_2$) krystallisirt in rhombischen Prismen, sinkt im Wasser unter, giebt mit Alkalien lösliche Salze. In einigen Sorten dieses Balsams ist die Copaivasäure durch die Oxycopaivasäure ($\text{C}_{20}H_{28}\text{O}_3$) einer ebenfalls krystallisirenden Verbindung ersetzt[1]. Das amorphe Harz lässt sich durch Steinöl, worin es unlöslich ist, von der Copaivasäure trennen. Es bildet eine braune in Aether und absolutem Alkohol lösliche Masse. Dieser Bestandtheil des Copaivabalsams ist noch nicht genauer untersucht worden.

Eine mit dem Copaivabalsam nahe übereinstimmende Waare ist der in neuer Zeit in den Handel gebrachte Gurjunbalsam (wood-oil, balsamum Capivi). Nach Hanbury[2]) wird dieser, anfänglich blos auf dem englischen Markt vertretene, gegenwärtig wohl überall im Handel vorkommende Balsam, in grossen Mengen von einigen indischen Dipterocarpus-Arten gewonnen (s. oben p. 80). Der Gurjunbalsam steht in der Consistenz dem dünnflüssigen Copaivabalsam nahe. Er ist entweder etwas grünlich oder rothbräunlich gefärbt, so schwer oder schwerer als Wasser, enthält 20—70 Proc. Copaivaöl und eine der Abietinsäure nahe-

1) Fehling, Ann. d. Pharm. 40. p. 110.

2) Pharm. Journ. and Transact. XV. 321.

stehende kristallisirende Säure, die Gurjunsäure, der nach **Werner** die Zusammensetzung $\text{Ɵ}_{44}H_{68}\Theta_8$ zukömmt.

Sowohl Copaiva- als Gurjunbalsam geben mit 6 Proc. Kalk oder 12 Proc. Magnesia ein erhärtendes Gemenge.

Copaivabalsam und Wood-oil dienen zur Darstellung von Lackfirnissen und Pausepapieren. Auch werden beide medicinisch benutzt.

9) Die Harze der Elemigruppe.

Gegenwärtig versteht man unter Elemi die an ätherischen Oelen mehr oder minder reichen Harze der Amyrideen (Burseraceen.)

Nach der Consistenz theilt man sie in balsamische, weiche und starre Elemisorten ein. Die balsamischen Elemi sind grünlich, die weichen gelblich, die starren gelb bis weiss. Anfänglich stets terpentinartig, gehen sie nach längerer Aufbewahrung durch Abgabe von ätherischem Oel alle in die starre Form über.

Nach der Abstammung lassen sich folgende Elemisorten unterscheiden.

1. Elemi von Rio. Stammt von *Icica Icicariba DC.* Fest, grünlichgelb, selbst alte Stücke, riecht nach Terpentin und Fenchel.

2. Elemi von Yucatan und Mexico. Angeblich von *Amyris Plumiri DC.* herrührend[1]), jüngere Stücke grünlichgelb, alte kreidig, minder stark als das vorige riechend.

3. Manilaelemi. Abstammung unsicher; wird von einem Canarium abgeleitet.

4. Elemi von Guiana. Stammt von *Icica viridiflora Lam.* Hauptmasse weisslich, innen von grünlichen Bändern durchzogen, aussen schwärzlich angeflogen. Die weissliche Substanz erscheint schon dem freien Auge parallelfaserig. Die Fasern erweisen sich unter dem Mikroskop als nadelförmige Krystalle.

5. Elemi von Ocumé. Wird in Gabon gesammelt und stammt von einer nicht genau bestimmten Bursera. Stimmt in allen Eigenschaften mit dem zuletztgenannten Harze überein. Es bildet kleine mit schwärzlichen Anflügen versehene Brocken. Keines der Elemiharze ist so unrein und so reichlich mit Pflanzenresten (Blatt- und Rindenstücken) durchsetzt als dieses.

6. Das Gomartharz wird in Martinique und Guadeloupe von *Bursera gummifera L.* gewonnen. Es bildet grosse, aussen weissliche Stücke von geschichtetem Baue. Die innerste Masse ist grünlich oder gelblich. Die weisse Partie dieses Harzes erscheint schon dem freien Auge krystallinisch. Die Krystalle liegen senkrecht auf den Schichtengrenzen. In der grünlichen noch etwas weichen Grundmasse lassen

---

1) **Berg**, pharmaceut. Waarenkunde p. 572.

sich mikroskopisch grosse Krystalle nachweisen. Das Gomartharz riecht terpentinartig, frisch aufgebrochen oder erwärmt, kümmelartig.

Die festen Elemiharze sind durch Reichthum an krystallisirter Substanz ausgezeichnet. In den balsamischen Sorten lassen sich nur kleine Mengen von Krystallen nachweisen. Je weiter der Erstarrungsprocess der Burseraceenharze vorwärts schreitet, desto reichlicher treten sie auf. Es ist bemerkenswerth, dass man selbst in sehr krystallreichen Splittern direct im Mikroskope dieses morphologische Verhältniss nicht nachweisen kann. Der Grund hiervon liegt in dem Umstande, dass die amorphe Grundsubstanz, in welcher die Krystalle eingebettet sind, im Brechungsexponenten mit dieser sehr genau übereinstimmt, so dass es nicht zu einer optischen Differenzirung kömmt. Behandelt man aber einen Splitter von Elemiharz auf dem Objectträger des Mikroskopes mit Weingeist, so löst sich die amorphe Grundmasse auf, und es bleibt eine Unmasse von nadelförmigen oder prismatischen Krystallen zurück. Im Polarisationsmikroskop sind begreiflicherweise die Krystalle des Elemiharzes ohne alle Vorbehandlung leicht aufzufinden.

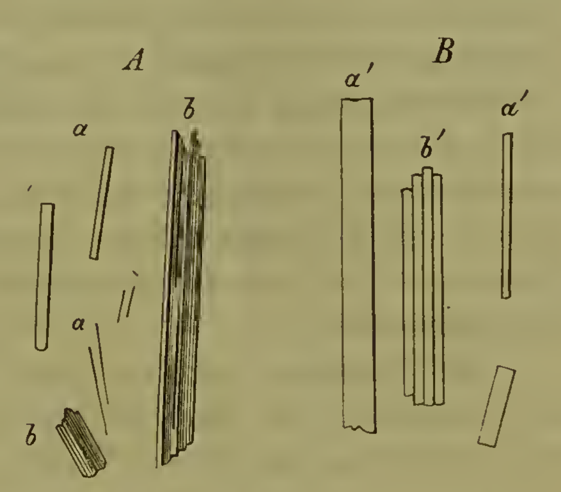


Fig. 15. Vergr. 300. A Krystalle (*a*) und Krystallgruppen (*b*) aus Elemi, nach Behandlung des Harzes mit Weingeist. *B* Krystalle (*a'*) und Krystallgruppen (*b'*) aus Gomart, nach Behandlung des Harzes mit Weingeist.

Alle festen Elemiharze sind durch eine sehr geringe Härte und durch Geschmeidigkeit ausgezeichnet. Ihre Härte ist nämlich noch geringer als die des Colophoniums. Sie lassen sich mit dem Messer wie Speckstein schaben, eine Eigenthümlichkeit, die sie wohl mit keinem anderen Harze gemein haben. Der Geruch ist stets terpentinartig und erinnert je nach der Sorte noch zudem an Fenchel, Anis oder Kümmel. Der Geschmack ist aromatisch, bitter und dabei etwas erwärmend. Nach Brisson beträgt die Dichte des Elemi 1.018, nach Pfaff 1.083. Die Unterschiede in der Dichte sind gewiss nicht nur in der Verschiedenheit der Sorten, sondern wohl auch im Grade der Erstarrung zu suchen.

Das Elemiharz erweicht nach Schrötter[1]) bei 80° C. und schmilzt bei 120° C. Es besteht aus einem amorphen und aus einem krystallisirten Antheile. Ersterer ist schon in kaltem Weingeist, letzterer erst

1) Poggend. Ann. Bd. 59. p. 68.

in siedendem Alkohol löslich. Das amorphe Harz hat nach Johnston[1] die Formel $€_{40}H_{64}\Theta_4$, das krystallisirte nach Rose[2] die Zusammensetzung $€_{40}H_{66}\Theta$. Es enthalten ferner alle Elemiharze je nach dem Grade ihrer Erstarrung grössere oder geringere Mengen eines mit Terpenthinöl isomeren ätherischen Oels ($€_{10}H_{16}$), dessen Menge nach den bis jetzt angestellten Beobachtungen zwischen 3.5 (Stenhouse) und 13 Proc. (Deville) schwankt.

Die äusseren und inneren morphologischen Kennzeichen und physikalischen Eigenschaften der Elemiharze stimmen, wie die oben angeführten Daten lehren, selbst bei den Sorten der verschiedensten Herkunft sehr nahe überein. Ob auch in chemischer Beziehung eine solche Uebereinstimmung herrscht ist noch nicht sicher gestellt. Es liegen einige Analysen von Scribe[3] und Baup[4] vor, die sich auf das Elemi von Cayenne und Manila beziehen, aus denen hervorzugehen scheint. dass die darin aufgefundenen chemischen Individuen (Brean, Icican, Breïn u. s. w.) mit den von Johnston und Rose gefundenen nicht übereinstimmen.

Die Elemiharze werden in der Firnissbereitung verwendet, häufig nur als Zusätze, um den Firnissen die Sprödigkeit zu benehmen, ferner zu Filzarbeiten und in der Medicin.

10) Mastix.

Die lange bekannte Stammpflanze dieses Harzes, *Pistacia lentiscus* ist über die südeuropäischen und nordafrikanischen Küsten verbreitet. Dennoch kömmt aller Mastix — und seit alter Zeit — blos von dem nördlichen Theil der Insel Chios. In der Umgebung von etwa zwanzig Dörfern (Mastixdörfern, Mastichochora) wird eine baumartige mit verhältnissig breiteren Blättern versehene Varietät der *Pistacia lentiscus (P. l. var. γ. Chia DC.)* cultivirt, und diese ist es, welche nicht nur des reichlichen Ertrags, sondern auch des ausgezeichneten Mastix halber ausschliesslich ausgebeutet wird. Diese Form, auf Chios mit dem Namen Schinos bezeichnet, war Duhamel bereits bekannt[5]. Die gewöhnliche Form giebt kein brauchbares Harz; sie kömmt auch auf Chios vor.

In kleinen Mengen fliesst der Mastix freiwillig aus, und erhärtet in Tropfenform an den Zweigen. Um grössere Mengen zu erhalten müssen die Bäume angeritzt werden. Es werden in die Rinde der

---

1) Phil. Trans. 1870. p. 361.

2) Pogg. Ann. Bd. 53. p. 364.

3) Compt. rend. 19. 129.

4) Journ. f. pract. Chem. Bd. 55. p. 83.

5) S. Beckmann, Waarenkunde. Göttingen 1793. p. 579, woselbst bereits sehr ausführliche Angaben über Mastix mitgetheilt sind.

Bäume vom Grund an bis zu den Aesten zahlreiche nebeneinander stehende Längseinschnitte mittelst Messer gemacht, aus welchen alsbald der Harzsaft in grosser Menge ausströmt, zum Theile an den Wunden erhärtet, zum Theile auf den Boden fällt und zu Körnern erstarrt. Man hat früher den Boden, auf welchem die Bäume stehen mit Wasser angenässt und später festgestampft um ein von Erde möglichst freies Harz aufsammeln zu können[1]. Gegenwärtig legt man, um eine noch reinere Waare zu erhalten, Steinplatten auf den Boden unter die Bäume. Nach 2—3 Wochen ist das Harz so weit erstarrt, dass es gesammelt werden kann. Den besten Mastix nimmt man von den Zweigen ab und sammelt ihn in mit Papier oder Baumwollenzeuge ausgelegte Körbchen. Die von den Steinplatten aufgelesenen Harzkörner geben eine zweite, die zwischen den Steinen auf der Erde liegenden Stücke bilden die dritte, am wenigsten reine, geringste Mastixsorte. Das Sammeln wird durch zwei Monate betrieben. Jeder Baum liefert 4—5 Kgr. Mastix[2].

Eine eingehende Untersuchung über das Vorkommen und über die Entstehung des Harzes in den Geweben der *Pistacia lentiscus* ver-

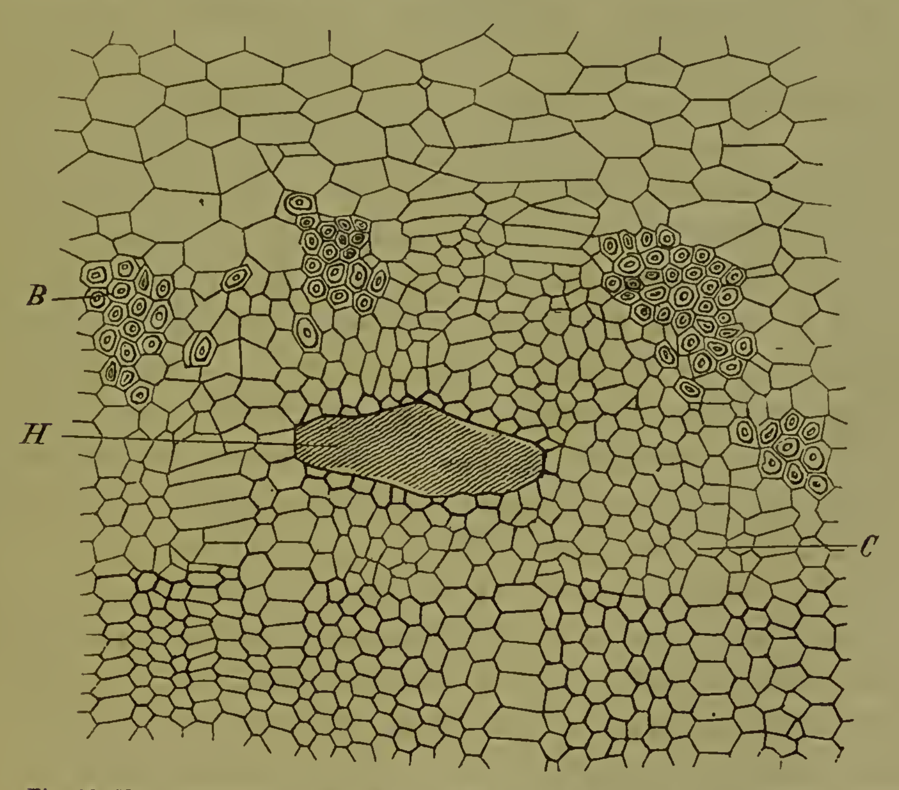


Fig. 16. Vergr. 170. Harzführendes Rindengewebe aus der Mastixpistacia. *H* Harzgang. *B* Bastbündel. *C* Cambium. (Nach Unger.)

danken wir Unger[3]. Aus seinen Beobachtungen geht hervor, dass sich das Harz in besondern Harzgängen der Innenrinde bildet. In

1) Beckmann l. c. p. 580.

2) Heldreich, Die Nutzpflanzen Griechenlands. Athen. 1862. p. 60.

3) Die Insel Cypern p. 421 ff.

Lücken, welche die dichten wellenförmig verlaufenden Bastzonen freilassen, liegen die Harzgänge, welche hier nichts anderes sind als weite Intercellularräume, in denen sich keine Spur von Zellgewebsresten nachweisen lässt. Selbst in ganz jungen Stämmen erkennt man diese Harzgänge als weite, scharf gegen das benachbarte Gewebe abgegrenzte Lücken, in deren Harzsaft von Gewebsresten nichts zu entdecken ist. Der genannte Forscher zieht daraus den gewiss vollkommen berechtigten Schluss, dass das Harz der *Pistacia lentiscus* nicht durch chemische Metamorphose aus Zellwunden hervorgeht, sondern im Innern der Zellen entsteht und in den Harzgang secernirt wird. Durch Abfall von Borkenschuppen rücken die den Harzsaft führenden Intercellulargänge so sehr nach aussen, dass eine geringe Verletzung genügt, um das Harz zum Ausfluss zu bringen.

Die Körner des Mastix haben eine längliche oder rundliche Gestalt, einen Durchmesser von 0.5—2 Centimeter, eine gelbliche oder grünliche, nach Flückiger's Vermuthung von Chlorophyll herrührende Färbung, und einen eigenthümlichen, an gelbe Rübe erinnernden Geruch und Geschmack. Der Geruch des Mastix mahnt auch an jenen des Galbanumharzes. Einzelne Körner sind goldgelb und zeigen stellenweise eine Neigung ins Pfirsichblührothe. Die Körner sind stets mehr oder minder trübe, und aussen wie bestäubt. Diese Oberflächenbeschaffenheit wird nicht etwa durch gegenseitiges Abreiben der Stücke hervorgerufen, sondern ist die Folge starker Zusammenziehung der äussersten Schicht der Mastixkörner, welche die Bildung von gewöhnlich facettartig vereinigten Sprunglinien hervorruft. In der Härte steht der Mastix zwischen Dammar und Sandarac. Nach Pfaff beträgt die Dichte des Mastix 1.04, nach Schrötter und Brisson 1.07 [1]. Die frische Bruchfläche dieses Harzes ist muschelig und glasglänzend. Beim Kauen bildet er eine teigige Masse. — Nach Johnston [2] schmilzt der Mastix bei 100° C.; nach Schrötter [3] erweicht er bei 80° und schmilzt unter beginnender Zersetzung zwischen 105—120° C. — Er besteht aus einem in Weingeist löslichen, sauren Körper (Mastixsäure oder α-Harz), einer in Alkohol unlöslichen, in Aether und Terpentinöl löslichen harzigen Verbindung (Masticin oder β-Harz), ferner aus kleinen Mengen flüchtigen Oels. Die Mastixsäure hat nach Johnston die Zusammensetzung $C_{40}H_{64}O_4$, das Masticin die Formel $C_{40}H_{62}O_2$. Die Menge der Mastixsäure beträgt 80—91 Proc. Der Rest besteht fast nur aus Masticin.

1) Fortsetzung von Gmelin's Handbuch etc. IV. 2, p. 1826.

2) Phil. Trans. 1839. p. 132.

3) Pogg. Ann. Bd. 59. p. 68.

Nach Henkel[1]) kömmt aus Afghanistan und Beludschistan eine geringe Mastixsorte von Bombay aus auf den Londoner Markt, welche von *Pistacia Khinjuk Stocks* und *P. cabulica Stocks* gewonnen werden soll.

11. Sandarac.

Der Sandarac kömmt grösstentheils aus den nordwestafrikanischen Gebirgen, besonders von Algier in den Handel, woselbst er als terpentinartige Masse theils freiwillig, theilt nach erfolgtem Anschneiden aus den Stämmen und Aesten der *Callitris quadrivalvis Vent.*[2]) ausfliesst, und alsbald erhärtet.

Eine in Südaustralien vorkommende verwandte Conifere, *Callitris Preissii Miq.* liefert dort ein dem Sandarac sehr nahekommendes Harz, welches unter dem Namen Pine gum in Paris im Jahre 1867 ausgestellt war, und wohl schon Handelsgegenstand ist.

Ueber die Entstehung dieses Harzes ist nichts bekannt geworden. Nach einigen Beobachtungen, welche ich an abgeschnittenen Stammstücken von *Callitris quadrivalvis* anstellte, entsteht es in der Rinde, und ist wohl kaum als Product der chemischen Metamorphose von Geweben anzusehen.

Der im Handel erscheinende Sandarac besteht aus rundlichen oder länglichen Körnern, welche meist eine Länge von 0.5—1.5, selten von 2—3.5 Centim. haben. Die besten ausgelesenen Sorten bestehen aus durchsichtigen Thränen von weingelber Farbe. Die gewöhnlichen Sorten haben eine gelbliche Farbe, und neigen oft in ein lichtes Röthlichbraun. Die Oberfläche der Körner erscheint häufig wie mit einem weissen Staub überdeckt; aber auch hier wird, wie bei Mastix, (vgl. oben p. 110) diese Oberflächenbeschaffenheit nicht durch Abreibung, sondern durch starke Zusammenziehung der äusseren Partien der Harzkörner hervorgerufen. Der Sandarac gleicht in der Härte dem Kauricopal, ist härter als Mastix, ritzt diesen und auch Fraueneis. Die Dichte beträgt nach Brisson[3]) 1.092, nach Pfaff[4]) 1.05, nach Flückiger[5]) 1.066. Die frischen, schwach muschelig gewölbten Bruchflächen sind glasglänzend. Beim Kauen bildet der Sandarac ein feines, nicht an den Zähnen haftendes Pulver und unterscheidet sich hierdurch sehr auffällig von dem ihm im Aussehen sehr nahestehenden Mastix, der sich beim Zerkauen in eine teigige Masse verwandelt. Er hat nur einen sehr schwachen aromatischen Geruch und einen bitteren Geschmack.

---

1) Naturproducte und Naturerzeugnisse u. s. w. I. p. 280.

2) Früher hielt man den Sandarac für das Harz von *Juniperus communis* oder *oxycedrus*. Erst Broussonet (Desfontaines, Flora Atlantica p. 353) machte die Stammpflanze ausfindig.

3, 4) Fortsetzung von Gmelin's Handbuch etc. IV. 2. p. 1831.

5) l. c. p. 60.

Der Sandarac von *Callitris Preissii* besteht aus längeren und dickeren Körnern als das Harz von *Callitris quadrivalvis*. Er riecht angenehm balsamisch, stimmt aber in den übrigen äusseren und physikalischen Eigenschaften genau mit afrikanischem Sandarac überein.

Ueber das Harz von *Callitris quadrivalvis* liegen nur wenige chemische Untersuchungen vor, welche von Unverdorben, Johnston und Giese[1]) ausgeführt wurden. Es sind darin drei harzartige Körper aufgefunden worden, die man als α-, β- und γ-Harz (letzteres wurde von Giese Sandaricin genannt) bezeichnete. Das α-Harz löst sich in Weingeist und Terpentinöl; die Lösungen reagiren sauer. Das β-Harz löst sich erst in absolutem Alkohol, ferner in Aether und Kümmelöl auf. Das γ-Harz ist in Aether und absolutem Alkohol löslich, in ätherischen Oelen unlöslich.

Ueber das Harz von *Callitris Preissii* liegen noch keinerlei chemische Untersuchungen vor.

Der Sandarac dient in der Bereitung von Firnissen, um diesen Härte und Glanz zu geben, ferner bildet er, gepulvert, das Radierpulver; auch wird er medicinisch benutzt.

12) Dammar.

Unter Dammar, welches Wort im Malayischen Licht[2]) bedeutet, versteht man in Indien wohl die meisten daselbst vorkommenden Harze, wenigstens alle diejenigen, welche als Leuchtsoffe dienen. Im europäischen Handel versteht man gewöhnlich hierunter nur das Harz der *Dammara orientalis Lam.* Es soll hier zunächst dieses Harz, welchem man zum Unterschiede von anderen ähnlichen Harzen auch den Namen ostindischer Dammar gegeben hat, abgehandelt werden.

Dammara orientalis ist eine auf Malukka, Borneo, Java, Sumatra und den Molukken häufig vorkommende Conifere. Amboïna liefert die grössten Mengen dieses Harzes. Hier und an einzelnen Orten Java's wird der genannte Baum auch cultivirt. *Dammara orientalis* ist ein sehr harzreicher Baum. Schon freiwillig treten grosse Harzmassen aus der Rinde hervor und sammeln sich in Harzbeulen an. In Sumatra ist die Menge des aus den Dammarfichten freiwillig hervordringenden Harzes so gross, dass man das Anschneiden der Bäume für überflüssig hält[3]). Noch grössere Quantitäten von Dammar erhält man aber durch Anschneiden der Bäume. Fast überall in den Dammardistricten wird der Baum auch, wie bei uns die Fichte und Föhre, geharzt. Die Einschnitte werden nahe am Boden gemacht, der Harzsaft wird in kleinen

1) Gmelin l. c. IV. 2. p. 1832.
2) Miquel, Sumatra p. 88.
3) Miquel l. c. p. 87.

am Boden angelegten Reservoirs angesammelt[1]). Nach Miquel[2]) fällt von den in den gebirgigen Gegenden Sumatras stehenden Dammartannen das zu grossen Klumpen erhärtete Harz massenweise nieder, wird häufig in den Flüssen weitergetrieben und lagert sich nicht selten in felsblockartigen Massen an den Ufern an. Daher der Name Felsenharz, Dammar-batu.

Der ostindische Dammar bildet entweder grosse klumpenförmige Stücke oder Tropfen von 0.5—4 Cent. Durchmesser oder endlich stalactitische Massen, welche an den Stämmen der *Dammara orientalis* zusammenflossen und hier erhärteten. Dieses Harz ist entweder farblos oder gelblich gefärbt. Nach Duplessy sollen die Dammartannen auch braunes Harz liefern. Hier und dort erkennt man an dem Dammarharze wolkige Trübungen, die Oberflächen sind manchmal von bimssteinartigen Krusten überzogen, seltener kommen Gewebseinschlüsse vor; abgesehen hiervon ist der Dammar aber klar und durchsichtig. Die Härte ist eine geringe. Alle Copale, selbst die weichen, ferner Mastix und Fraueneis (Gyps) ritzen ihn. Indess ist er doch härter als Colophonium. Die Oberfläche des Dammars ist meist glatt. Sie wird schon durch hinüberstreichen mit der warmen Hand trübe und etwas klebrig. Die frische Bruchfläche ist muschelförmig und glasglänzend. Im frischen Zustande riecht er angenehm balsamisch; ältere Stücke sind beinahe geruchlos. Zerkaut zerfällt er in ein weisses an den Zähnen haftendes Pulver. Die Dichte des Dammars beträgt nach Biltz 1.04—1.05, nach Lucanus 1.06, nach Brandes 1.097—1.123[3]).

Nach Schrötter[4]) erweicht der Dammar bei 75° C., wird bei 100° dickflüssig bei 150° dünnflüssig und klar. Ein Theil des Dammars löst sich in Weingeist; die Lösung reagirt sauer. Er besteht der Hauptmasse nach aus harzartigen Körpern, einer kleinen Menge Gummi und Mineralbestandtheilen. Durch Wasser lässt sich etwas Kalk, der zum Theil an Schwefelsäure, zum Theil an organische Säuren gebunden ist, dem Dammar entziehen, wie Biltz zeigte[5]).

Der Dammar enthält:

Dammaryl	13	Proc.
Dammarylsäurehydrat	36	»
Dammarylhalbhydrat	8	»
Gummi	0.1	»
Mineralbestandtheile	0.2	» [6]).

1) Duplessy l.c. I. p. 349.
2) l. c. p. 87.
3) Fortsetzung zu Gmelin's Handbuch der Chemie IV. 1, p. 1753.
4) Pogg. Ann. Bd. 59. p. 72.
5) Neues Journ. d. Pharm. von Trommsdorf 20, 1, 37.
6) S. Gmelin, Handbuch VII. 2. p. 1753.

Das Dammaryl ist zuerst von Dulk[1]) untersucht und als ein sauerstofffreier Körper erkannt worden. Nach dessen Untersuchungen bildet es ein weisses, starkglänzendes, amorphes Pulver, welches in Aether löslich, in 87 procentigem Alkohol unlöslich ist. Es hat die Zusammensetzung $C_{40}H_{64}$. — Das Dammarylsäurehydrat ist ebenfalls zuerst von Dulk untersucht worden. Dieser ebenfalls amorphe Körper ist schon in schwachem Weingeist löslich, schmilzt schon bei 56° C., seine Lösungen reagiren sauer, seine Zusammensetzung entspricht der Formel $C_{45}H_{74}O_4$. — Die Dammarylsäure ist erst in absolutem Alkohol löslich, schmilzt bei 60° C. und ist sonst dem Dammarylsäurehydrat ähnlich. Sie hat die Zusammensetzung $C_{45}H_{72}O_3$. — Das Dammarylhalbhydrat bleibt nach Erschöpfung des Dammars mit absolutem Alkohol und Aether und selbstverständlich nach Entfernung des Gummis zurück. Es schmilzt erst bei 215° C., ist in Essigsäure, Kali und Ammoniak unlöslich, lös sich in Mandel- und Olivenöl, leichter in Steinöl und heissem Terpentinöl. Es hat die Zusammensetzung $2C_{40}H_{64} + H_2O$[2]).

Das Gummi des Dammars löst sich in Wasser auf. Es scheint mit dem Arabin übereinzustimmen, reduzirt weder die Fehling'sche Flüssigkeit, noch wird es durch Bleizuckerlösung gefällt.

Dem ostindischen Dammarharze gleich oder nahe verwandt ist das von *Pinus Merkusii* stammende Tusam-Harz der Bataker auf Sumatra. Der Baum hat auch ein harzreiches Holz, welches nach Terpentin riecht und wie Dammar zur Beleuchtung dient[3]).

Ich werde an dieser Stelle noch einige Harze berühren, die man den Dammaren beizählt.

1) Saulharz. Dieses angeblich im englischen und französischen Handel vorkommende Harz lag mir zur Untersuchung in Proben vor, welche im Jahre 1867 in Paris ausgestellt waren. Es stammt von *Shorea robusta*, einer im nördlichen Indien, auf Sumatra und Java vorkommenden Dipterocarpee. Es bildet kleine etwas abgeplattete röthlich gelbe Körner von copalartigem Aussehen, gelblicher bis bräunlicher etwas ins röthliche geneigter Farbe und geringer Durchsichtigkeit, und stimmt in der Härte mit dem Fraueneise überein. Längere Zeit zwischen den Fingern gehalten wird es gleich dem Dammar etwas klebrig. Die Bruchflächen sind muschelig gekrümmt und im eben aufgebrochenen Zustande glänzend. Es ist völlig geruch- und geschmacklos[4]).

---

1) Journ. f. pract. Chem. 45. p. 16 ff.

2) Biltz l. c. p. 52. Dulk l. c. p. 41.

3) Miquel l. c. p. 87. Der Autor spricht an dieser Stelle auch die Vermuthung aus, dass auf Sumatra ausser *Dammara orientalis* noch andere Dammarbäume existiren.

4) Ueber Shorea-Harze s. Roxburgh, Plants of the coast of Coromandel III. p. 9 und Henkel, Neues Repert. XIII. p. 209 ff.

2) Dammar-itam (schwarzer Dammar). Ueber die Abstammung dieses Harzes herrscht noch keine Gewissheit. Nach älterer, von Duplessy[1]) herrührender Angabe ist *Dammara nigra Rumph* die Stammpflanze. Es soll als bräunliche Masse in Thränenform aus der Rinde dieses Baumes hervorbrechen, und an der Luft äusserlich unter Schwärzung erstarren, während die Innenmasse nach dem genannten Autor lange noch braun und weich bleibt. Nach Henkel sollen mehrere Canarium-Arten (*C. strictum*, *legitimum* und *rostratum*) dieses Harz liefern und soll die schwarze Farbe künstlich durch die Wirkung eines in der Nähe des angeschnittenen Baumes angemachten Feuers hervorgebracht werden. Bei der letzten pariser Ausstellung war der schwarze Dammar mehrfach sowohl von den englischen als französischen Colonien ausgestellt. Im europäischen Handel scheint er nicht vorzukommen. Ich hatte leider nicht Gelegenheit dieses interessante Harz zu untersuchen.

3) Dammar selo. Ich erhielt das Untersuchungsmaterial von Dr. Krausse in Singapore. Es bestand theils aus losen Harzstücken, theils aus Harzmassen, welche einem morschen Laubholz anhafteten, dem sie entströmt zu sein schienen. Nach Krausse's brieflichen Mittheilungen ist *Artocarpus integrifolia* die Stammpflanze dieses Harzes. Die Körner dieses Dammars haben verschiedene Grössen. Die kleinsten messen etwa 2 Millim., die grössten mehrere Centim. nach der Länge. Frisch aufgebrochene Stücke sind schwefelgelb, etwas fettglänzend, hier und dort etwas blasig, sonst homogen. Aussen sind die Stücke isabellgelb gefärbt. Dieser Dammar ist völlig geruch- und geschmacklos. Seine Dichte beträgt 1.099, er schmilzt bei 132° C. Ueber den Schmelzpunct hinaus stösst es einen widerlichen, an verbrennenden Dammar erinnernden Geruch aus[2]).

Der Dammar dient in der Firnissbereitung, u. a. auch zur Darstellung eines klaren Firnisses (Dammarlack) zur Einschliessung mikroskopischer Präparate.

13) Gummilack.

Dieses Harz bedeckt in mehr oder minder mächtigen Krusten die jungen Zweige einiger indischer Bäume. An dem im Handel erscheinenden rohen Gummilack (Stocklack) sind fast immer noch die Stämmchen, an welchen sich das Harz ansammelte, zu finden. Die Bäume,

1) l. c. 334 und 340.

2) Ausführlicher habe ich in der Abhandlung: die technisch verwendeten Pflanzenstoffe Indiens (Amtlicher Bericht über die österreichische Expedition nach Ostasien. Stuttgart. Jul. Maier 1872) über dieses Harz berichtet. Ueber den Dammar-Daging s. Miquel, Sumatra p. 88. Ueber das Kauriharz, welches man manchmal zum Dammar zieht, s. Kauricopal.

von welchen der Gummilack abgenommen wird, sind *Croton lacciferus*, ferner *Ficus religiosa* und *Ficus indica*, *Ziziphus Jujuba*, *Butea frondosa* und wahrscheinlich noch viele andere. Auf Sumatra sammelt sich nach Miquel[1]) dieses Harz an den Zweigen einer noch nicht botanisch fixirten Weide, *Durian* genannt, ferner an Trieben von *Urostigma rubescens* an. Nach den morphologischen Verhältnissen zu urtheilen kömmt der Gummilack des Handels vorzugsweise an Stämmchen von *Croton lacciferus* vor.

Die Stämmchen, auf welchen der Gummilack lagert, sind ganz unverletzt, auch münden in dieselben keine Harzgänge ein; man sieht also, dass dieses Harz nicht an den Stämmen, an welchen es vorkömmt, entstanden ist, sondern an anderen Stellen gebildet, sich hier blos abgelagert hat.

Es ist hinlänglich bekannt, dass die Gummilack-Schildlaus (*Coccus laccæ Ker.*) es ist, welche durch ihren Stich die Entstehung des Gummilacks hervorruft. Der Einstich erfolgt in die ganz jungen, saftigen Triebe. Aus diesen quillt der Harzsaft in Massen heraus, fliesst nach den älteren Trieben hinab, umhüllt diese in mehr oder minder mächtigen Schichten und erhärtet daselbst.

Es ist erwiesen, dass blos die befruchteten stets ungeflügelten Weibchen den Harzausfluss hervorrufen. Im Monat Januar sammeln sich die Weibchen, nach erfolgter Befruchtung, an den jungen Zweigenden, die Harzmasse quillt heraus und umhüllt die Thierchen, welche mittlerweile so anschwellen, dass weder ihre Fühler, noch ihre Füsse und Schwanzborsten mehr zu sehen sind. Die von den Insekten befallenen jungen Zweige verlieren alsbald ihre Blätter und sterben ab. Im Monat März ist der Harzausfluss beendet und die Harzmassen sind starr geworden. Innerhalb der Harzmassen entwickeln sich im Leibe jeder Schildlaus 20—30 Larven, welche in den Monaten October oder November, den Rücken ihrer Mutter durchbrechend, austreten, und aus cylindrischen in den Gummilack gebohrten Löchern hervorkommen. Vom Monat Februar angefangen, wird das Harz gesammelt. Es wird entweder sammt den Zweigen von den Bäumen abgebrochen, so entsteht der Stocklack (Stangenlack), oder es werden die Harzkrusten von den Zweigen abgebrochen; sie bilden den Körnerlack.

Die undurchbohrten Gummilack-Sorten sind intensiver gefärbt und im Handel gesuchter als die durchbohrten.

Die Gangesländer, ferner Siam und Anam liefern die grössten Mengen dieses Handelsartikels. Die besten Sorten kommen aus Bengalen und Irawaddy, von wo aus sie zum grossen Theile nach China

---

1) l. c. p. 90.

und Japan exportirt werden. Sie dienen daselbst zur Herstellung feiner lackirter Waaren[1]. Auch Sumatra (Padang) liefert und exportirt Gummilack[2].

Die Entstehung des Gummilacks ist noch unaufgeklärt, und es lassen sich hierüber kaum noch Vermuthungen aussprechen[3].

Die Schichten, welche der Gummilack an den damit festverbundenen Zweigen bildet, haben eine Dicke von 3—8 Millim. An einzelnen Stellen der Zweige sammeln sich aber die Harzmassen in grosser Mächtigkeit an, und erreichen dann nicht selten eine Mächtigkeit von mehreren Centimetern. Solche Gummilackmassen werden fast immer von Rinden- und Zweigstücken durchsetzt. Die Farbe des Gummilacks ist eine lichtbräunliche bis tiefbraunrothe. Je heller die Stücke gefärbt sind, desto durchscheinender sind sie. Die dunkeln sind, selbst in dünnen Schichten, für das freie Auge undurchsichtig. Mikroskopische Splitter sind immer durchscheinend und zeigen einen gelblichen Farbenton. Die Dichte des Gummilacks ist nach Brisson[4] gleich 1,139. In der Härte liegt dieses Harz zwischen Fraueneis und Steinsalz. Durch Bruch entstehen glatte, glänzende, wenig gekrümmte Flächen. Im Vergleiche zu den übrigen Harzen ist der Gummilack eher zähe als spröde. Kleine Stücke, z. B. mikroskopische Schnitte lassen sich mit dem Messer ganz gut vom Gummilack abtragen. Er ist geruch- und geschmacklos.

Der Gummilack hat eine ziemlich complicirte chemische Zusammensetzung. Unverdorben[5] unterscheidet darin nicht weniger als fünf, durch ihre Löslichkeitsverhältnisse verschiedene Harze. Ferner kömmt darin eine wohl auch harzige Substanz, der Lackstoff vor, welcher in Wasser, kaltem und heissem Alkohol unlöslich ist, und eine spröde, gelblichbraune, durchscheinende Masse bildet; ausserdem noch Farbstoff, eine eigenthümliche Säure und nach Hatschett auch Kleber und Wachs. — Der Farbstoff tritt in den einzelnen Sorten, je nach ihrer Färbung in verschiedenen Mengen auf. Im Körnerlack finden sich oft nur sehr kleine Mengen davon, da man denselben nicht selten behufs Darstellung eines Farbstoffes (Lac-dye), durch Auswaschen mit Wasser seines Farbstoffes beraubt. Nach Marquart und Nees v. Esenbeck[6] ist der Farbstoff des Gummilacks dem Carmin ähnlich. Die im Gummilack vorkommende Säure (Lacksäure) ist wohl schon vor langer Zeit von

---

1) Andree, Geographie des Welthandels, Stuttgart 1867 p. 619 und 644.

2) Miquel l. c. p. 90.

3) Vgl. Wigand in Pringsheim's Jahrb. III. p. 168 und Wiesner, Gummi und Harze p. 141.

4) Gmelin l. c. IV. 2. p. 1824.

5) Pogg. Ann. 14. p. 119.

6) Ann. Pharm. 13. p. 286.

Pearson aufgefunden, aber erst später von John[1]) etwas genauer untersucht worden. Sie krystallisirt in zerfliesslichen, in Aether löslichen Nadeln. Mit Alkalien und alkalischen Erden bildet sie zerfliessliche, in Weingeist lösliche Salze, mit Blei- und Quecksilbersalzen unlösliche Niederschläge.

Der Gummilack dient zur Darstellung von Lac-dye und anderen Farben, ferner wird aus diesem Harze der Schellack des Handels gewonnen, eine Waare, welche man auch den Rohstoffen beizählt, weshalb er hier nicht übergangen werden soll.

Der Gummilack wird entweder direct zur Schellackbereitung benutzt oder vorher des grössten Theiles des darin vorkommenden Farbstoffs durch Auswaschen mit Wasser beraubt; im ersteren Falle entstehen sehr dunkle, im letztern mehr oder minder lichte Schellacksorten. Die Gewinnung dieses Körpers läuft immer darauf hinaus, die leicht schmelzbaren Harze des Gummilacks von den schwer schmelzbaren zu trennen. Erstere bilden den Schellack. In Indien zerkleinert man den Stocklack, bringt ihn in schmale Säcke, windet selbe, nachdem man die Temperatur bis zum Flüssigwerden der Masse gebracht hat, was bei etwa 140° C. erfolgt, aus, und lässt die ablaufende Masse auf Pisangblätter laufen, auf welchen das geschmolzene Harz erstarrt. Im zerkleinerten Zustande bildet dieser Körper den Schellack. Letzterer besteht aus kleinen, einige Millimeter dicken, unregelmässig begrenzten scharfeckigen durchscheinenden Plättchen von licht- oder dunkelbräunlicher Farbe. Der Schellack erscheint im Handel auch in Form von Kuchen (Kuchenlack), unregelmässigen Klumpen (Klumpenlack) oder in Form langer, weiss gebleichter oder künstlich gefärbter Stangen (gesponnener Schellack).

Der Schellack enthält zwei in Alkohol leicht lösliche Harze, etwas Farbstoff und Wachs. Lackstoff kömmt darin nicht vor.

Diese Waare dient zur Darstellung von Weingeistfirnissen, Kitten (Marineleim etc.), Siegellack, zu Filzarbeiten in der Hutfabrication u. s. w.

14. Die Harze der Copalgruppe.

Mit dem Namen Copal belegt man alle harten, erst bei hoher Temperatur schmelzenden, im Aussehen dem Bernstein sich nähernden Harze. Die weicheren Sorten nennt man häufig auch »Anime«, welchen Namen die Copale im englischen Handel führen.

Die Zahl der Baumarten, welche alle jene Harze liefern, die man Copal nennt, ist zweifelsohne eine sehr grosse. Wir kennen die wenigsten derselben. Abgesehen von dem Umstande, dass man die Abstammung der Copale wie vieler anderer rohen Pflanzenstoffe im Ganzen lange nicht genügend verfolgte, und mithin Lücken in unsern

1) Chem. Schriften. 5. p. 1.

Kenntnissen sich vorfinden, welche sich schon hätten ausfüllen lassen, und die in der Folge gewiss auch ausgefüllt werden dürften; ergiebt sich für die Frage der Abstammung mancher dieser Harze die grosse Schwierigkeit, dass die Vegetation, welche sie producirte, an Ort und Stelle, wo man die Copale am oder im Boden findet, zu Grunde gegangen ist. Ja, es ist für manche dieser Harze sogar wahrscheinlich, dass die Bäume, aus denen sie ausflossen, der heutigen Vegetation gar nicht mehr angehören.

Was in Bezug auf Abstammung und Herkunft genauer ermittelt wurde, wird unten, bei Abhandlung der einzelnen Copalsorten mitgetheilt werden.

Einige allgemeine Bemerkungen über die Kennzeichen der Copale mögen hier vor der speciellen Schilderung ihrer Sorten Platz finden.

Für manche Copalsorten ist die Oberflächenbeschaffenheit sehr bezeichnend. Die meisten südamerikanischen und der Kauriecopal sind mit kreidigen Krusten bedeckt, unter welchen das eigentliche Harz als höckerige, im Querschnitte wellenförmig begrenzte Masse liegt. Noch characteristischer ist die Oberfläche der Copale von Zanguebar und Angola gestaltet. Sie ist mit dicht nebeneinanderstehenden Wärzchen besetzt. Man hat dieser chagrinirten Oberfläche der genannten Copale den nicht unpassenden Namen Gänsehaut gegeben. Ich habe über das Zustandekommen dieser werkwürdigen oft höchst regelmässigen Bildungen einige Untersuchungen angestellt, welche lehrten, dass die genannten Harze im Laufe der Zeit in der Peripherie sich stärker als im Innern zusammengezogen haben, wodurch mehr oder minder regelmässig vertheilte Sprunglinien entstanden sind, welche die ganze Oberfläche in dicht nebeneinander stehende polygonal abgegrenzte Felder theilten. Innerhalb jedes Polygons wiederholt sich derselbe Process. Es entstanden nach innen und unten zu neuerdings kleine polyedrische Facetten, welche nach und nach mit mehr oder minder grosser Regelmässigkeit abfielen, wodurch schliesslich die primär entstandenen Facetten in terrassenförmige Wärzchen verwandelt wurden. Mit Zuhülfenahme des Mikroskops kann man sich von der Richtigkeit dieser Entstehungsweise überzeugen[1].

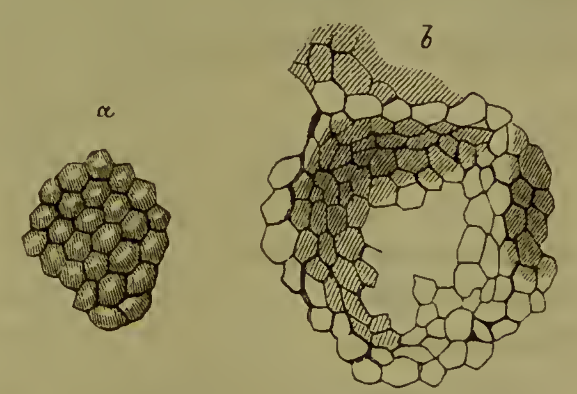


Fig. 17. Oberflächengestalt des Zanguebarcopals. *a* mehrere Warzen bei 2-; *b* eine Warze bei 30maliger Vergrösserung.

---

[1] Ich habe hierüber zuerst in den Sitzungsberichten der naturw. Gesellschaft »Isis« berichtet. 1868. p. 76. Daselbst auch die Literatur des Gegenstandes. S. auch Wiesner, Gummi und Harze. p. 145 ff.

Die Härte ist eine der wichtigsten Eigenschaften der Copale, nicht nur weil der Grad der Härte eines der bemerkenswerthesten Kennzeichen dieser Harze bildet, sondern weil von dieser Eigenschaft auch ihr Werth abhängig ist. Je härter eine Copalsorte ist, als desto werthvoller wird sie angesehen. Zur Bestimmung der den Copalen zukommenden Härtegraden hat man früher die Copale selbst benutzt. Es ist aber augenfällig, dass bei der Sprödigkeit und der grossen Adhäsion, welche beim Ritzen einer Harzsorte durch eine andere sich kundgiebt, leicht Irrungen statthaben können. Ich habe deshalb versucht die Härtegrade der Copale mit Zuhülfenahme weicher Mineralien zu bestimmen. Alle Copale werden von Kalkspath geritzt. Alle Copale, mit Ausnahme des südamerikanischen Copals von Hymenaea Courbaril ritzen das Fraueneis. Die genannte Copalsorte stimmt in der Härte mit diesem Minerale überein oder ist vielleicht noch um etwas Geringes weicher. Zu den härtesten Copalen gehören diejenigen, welche in der Härte zwischen krystallisirtem Kupfervitriol und Steinsalz stehen, härter wie dieses, weicher als jener sind; hierher gehören die Copale von Zanguebar und Mozambique. Die Härte der Copale von Sierra Leone (Kieselcopal), Gabon und Angola gleicht jener des Steinsalzes. Weicher als Steinsalz ist der Benguela-, Kaurie- und Manilacopal. Der weichste aller Copale ist der südamerikanische.

Nach älteren Angaben von Brisson[1]) variirt die Dichte der Copale zwischen 1.045—1.139. Nach neueren Versuchen von Meichl und Stingl[2]) ergiebt sich bei manchen Copalsorten ein grosser Unterschied zwischen der Dichte der Substanz und der mittleren Dichte der natürlichen Copalstücke, bei anderen wieder nur ein geringer Unterschied, je nachdem eben diese Harzsorten mehr oder weniger Luft einschliessen, wie folgende Zahlen lehren:

	Dichte vor dem Evacuiren.	Dichte nach dem Evacuiren.	Differenz.
Copal von Zanguebar	1.067	1.068	0.001
» » Angola (sen. str.)	1.064	1.081	0.017
Brasilianischer Copal	1.018	1.082	0.064
Kaurie-Copal	1.050	1.115	0.065
Manila-Copal	1.062	1.121	0.059

Aus diesen Daten folgt, dass die Dichte der Copale etwa im umgekehrten Verhältnisse zu ihrer Güte steht, ferner, dass die weichen geringen Copale viel, die harten werthvollen nur wenig Gaseinschlüsse führen.

---

1) Gmelin l. c. IV. 2. p. 1813.

2) Gummi und Harze p. 147 ff.

Fast alle Copale zeigen die Eigenthümlichkeit, dass sie im fein zertheilten Zustande in Wasser liegend, nur eine überaus träge Molekularbewegung zeigen. Nur die weichsten aller Copale, nämlich der Manila- und der südamerikanische Copal lassen, ähnlich den meisten anderen Harzen, eine ziemlich lebhafte Molekularbewegung erkennen.

a) Die ostafrikanischen Copale.

Diese Copale werden an der Südostküste Afrika's zwischen dem 5. und 15.° S. B. gegraben. Sie kommen hier massenweise, besonders zwischen Pangane und Cap Delgado in den jüngsten Erdschichten vor, und zwar innerhalb eines schmalen Küstensaumes, dessen Breite anderthalb Meilen nicht überschreitet. Diese Copalsorten kommen als Zanguebar- und Mozambique-Copal im europäischen und amerikanischen Handel vor. Grosse Massen dieses Harzes gelangen auf ostindischen Schiffen nach Europa, daher kömmt auch der Name ostindischer oder Bombay-Copal. In neuerer Zeit wird der Copal von Zanguebar von einigen Hamburger Handelshäusern, welche daselbst Filialen haben, direct nach Europa gebracht[1]).

Die Abstammung der ostafrikanischen Copale ist keineswegs noch sicher gestellt. Es ist auch leicht einzusehen, dass die Herleitung fossiler Harze — die ostafrikanischen Harze werden mit zureichenden Gründen als recent-fossil angesehen — ihre besonderen Schwierigkeiten hat. Sicher ist es, dass die Ableitung dieser Copale von Hymenaeen ein Irrthum war, auf den Welwitsch[2]) zuerst aufmerksam machte. Die von Klotzsch aufgestellte Hypothese, dass die ostafrikanischen Copale von *Trachilobium mossambicense Klotzsch* und *T. Hornemannianum Hayne* herstammen, hat entschieden unter allen bis jetzt gemachten Annahmen die grösste Berechtigung[3]).

Die Copale von Zanguebar bilden Körner oder platte Stücke bis zu einem Durchmesser von zwei Decimeter. Im unveränderten Zustande sind sie von einer mit Sand untermengten Verwitterungskruste überdeckt. Diese Kruste ist opak; das Innere jedes Kornes ist hingegen klar und durchsichtig, blassgelblich bis braunröthlich gefärbt.

---

1) Worlée, Ueber die verschiedenen Sorten von Copal. Polyt. Centralbl. 1864. p. 325.

2) Welwitsch, Observations on the Origin and the Geographical Distribution of the Gum Copal in Angola, West Tropical Africa. Linnean Society's Journ. Botany. IX. p. 287 ff.

3) S. Gummi und Harze p. 151.

Die im europäischen und amerikanischen Handel vorkommenden Copale von Zanguebar sind von der Verwitterungskruste bereits befreit, sie sind, wie man sich in der Praxis ausdrückt, entweder gewaschen oder geschält. Das Waschen der Copale wird theils in den europäischen Niederlassungen an der ostafrikanischen Küste, theils in einigen Städten Europa's und Nordamerika's vorgenommen. Die bedeutendsten Copalwäschereien befinden sich zu Salem in Nordamerika. Dieser Umstand erklärt die häufig vorkommende Bezeichnung Salemcopal für die südostafrikanischen Copale[1]. Das Entschälen wird in Ostindien vorgenommen, und besteht in einem Abkratzen der erdigen Kruste von dem klaren Kerne jedes Copalkornes[2]. Das Waschen ist hingegen ein chemischer Process, welcher in einer Behandlung des rohen Copals mit Soda- oder Potaschenlauge besteht, wodurch die äussere erdige Kruste zerstört wird.

Die gewaschenen Copale sind durch ihre facettirte Oberfläche ausgezeichnet. Letztere erscheint mit kleinen, polygonal begrenzten Wärzchen bedeckt, deren Durchmesser 1—3, meist 1.5 Millim. misst. Besonders deutlich tritt die facettirte Sculptur der Oberfläche hervor, wenn man die zu betrachtende Fläche des Copals schief gegen das Licht hält. Durch das Mikroskop kann man sich überzeugen, dass jede dem freien Auge erscheinende Facette wieder facettirt ist. Der Copal von Zanguebar stimmt in der Härte mit den übrigen ostafrikanischen Copalen überein. Sie sind die härtesten aller Copalsorten und gleichen in dieser Eigenschaft fast dem Bernstein, der aber erwiesener Massen härter als Zanguebarcopal ist[3]. Die Dichte dieses Copals ist gleich 1.068. Der Bruch ist eben oder sehr schwach gekrümmt, die frische Bruchfläche glasglänzend und nur an einzelnen Stellen matt. Mit der Nadel geritzt erhält man dem freien Auge glatt erscheinende Strichlinien, an denen man auch selbst mit der Loupe keine Seitenrisse wahrnehmen kann. Der Copal von Zanguebar ist völlig geruch- und geschmacklos.

Der Copal von Mozambique unterscheidet sich nur wenig vom Zanguebarcopal. Die Stücke bilden flache Körner und Platten bis zu einer Länge von fünf Centimeter. Die meist weingelbe Farbe dieses Copals neigt häufig ins Röthliche, die Facettirung ist minder regelmässig als bei dem zuletzgenannten, auch ist er minder rein, häufig von Gasblasen und fremden Körpern durchsetzt. Die Dichte beträgt

---

1) Worlée l. c.
2) Worlée l. c.
3) Gummi und Harze p. 147.

1.069. Der Bruch ist flachmuschelig, die frischen Bruchflächen glänzen. Die mit den Nadeln hervorgebrachten Strichlinien sind manchmal glatt, manchmal etwas splitterig. Dieser Copal wird an der Küste von Mozambique und südlich davon gegraben.

Ueber den Copal von Madagascar liegen noch keine genaueren Beobachtungen vor. Er soll mit dem Zanguebarcopal genau übereinstimmen.

b) Westafrikanische Copale.

An den Westküsten Afrikas, welche noch reicher an Copal sind als die Südostküsten, wird dieses Harz auf einer etwa 700 geogr. Meilen langen Küstenstrecke zwischen dem 8. Grad N. B. und dem 14. Grad S. B. gegraben. Der Copal findet sich hier in einer oberflächlich liegenden, aus Mergel, Sand und Lehm bestehenden Bodenschicht in einer Tiefe bis zu 10 Fuss[1]) vor. Die wichtigsten westafrikanischen Copaldistricte sind: Sierra Leone (nördlichster Bezirk), Acra, Bennin, Gabon, Loango, Congo, Angola und Benguela (südlichster Bezirk).

Während der ostafrikanische Copal schon seit langer Zeit Gegenstand des europäischen Handels ist, wird der westafrikanische erst seit dem Jahre 1820 nach Europa gebracht. Anfänglich waren die von Westafrika exportirten Copalmengen ganz unerhebliche, und erst in den vierziger Jahren gewannen sie Bedeutung.

Die Hauptmenge des westafrikanischen Copals kömmt von Angola und Benguela. Gegenwärtig werden nach Welwitsch jährlich von dort aus allein 2 Mill. Pfund Copal in den Handel gebracht. Ueber die Abstammung der westafrikanischen Copale ist man noch im Unklaren. Von Daniell[2]) ist vermuthungsweise ausgesprochen worden, dass *Guibourtia copallifera Benn.* und vielleicht noch einige andere diesem Baume nahestehende Arten einen Theil der westafrikanischen Copale (nämlich die in Sierra Leone gefundene Sorte) liefern. Welwitsch, einer der genauesten Kenner der westafrikanischen Flora ist, trotzdem er sich sehr bemühte, die Stammpflanze der Copale von Angola und Benguela ausfindig zu machen, hierüber zu keinem positiven Resultate gekommen[3]).

Der westafrikanische Copal wird wie der an den südostafrikanischen Küsten gegrabene als recent-fossil betrachtet. Das massenhafte

---

1) Welwitsch l. c.

2) Pharm. Journ. and Transact. 1857. XVI. p. 367.

3) Ueber die bis jetzt versuchte Herleitung der westafrikanischen Copale s. Gummi und Harze etc. p. 154 ff.

Vorkommen von Copalen in den jüngsten Erdschichten der genannten Küstengegenden, das rollsteinartige Aussehen vieler Copalstücke, namentlich des Copals von Sierra Leone, der erwiesenermassen durch die Flüsse Pongas und Malaenzi nach der Küste geführt wird[1], macht es wahrscheinlich, dass die Bäume, welche den Copal lieferten und wahrscheinlich noch immer liefern, nicht der Küstenflora angehörten, sondern tief im Innern des Landes zu suchen wären, von wo aus ihre Harze durch den Regen und durch Flüsse zu den Küsten gelangten und vielleicht noch immer dorthin geführt werden.

Die Aufsammlung des westafrikanischen Copals geschieht durch Neger, welche die Harze aus der Erde lesen und waschen. Die Copalsucher sammeln gleichzeitig auch Färberflechten (Rocella tinctoria etc.) und arabisches Gummi, welches nach Welwitsch nicht selten dem westafrikanischen Copal beigemengt sein soll. Die Copale von Gabon und Longo gelangen vornehmlich in den französischen Handel, die grossen Copalmassen von Angola, Benguela und Congo kommen zum grossen Theile nach Nordamerika, zum geringen Theile nach Lissabon und anderen europäischen Hafenstädten.

Schon Daniell hat darauf aufmerksam gemacht, dass sehr wesentliche Unterschiede zwischen den Copalen von Nord- und Südguinea bestehen. Von den ersteren unterscheidet er zwei Sorten, die allerdings sehr von einander verschieden sind, und die auch unten als junger Copal und Kieselcopal von Sierra Leone beschrieben werden. Zu den letzteren rechnet er die Copale von Angola, Congo und Benguela. Es ist aber zu bemerken, dass die Copale der genannten drei Orte nicht nur in ihren Eigenschaften sehr übereinstimmen, sondern auch von Welwitsch darauf aufmerksam gemacht wurde, dass die Copalwäschereien von Angola häufig Copale von Congo und Benguela beziehen und umgekehrt, so dass man diese Copale füglich in eine Art zusammenfassen muss. Die Copale von Angola, Congo und Benguela sind hier als Copal von Angola vereinigt, eine von Welwitsch zuerst vorgeschlagene Bezeichnung. Die Copale von Gabon und Loango finde ich untereinander und von den übrigen westafrikanischen Copalen so verschieden, dass sie im Nachfolgenden als besondere Sorten aufgeführt werden müssen.

Junger Copal von Sierra Leone. Diese Copalsorte wird nach Daniell von lebenden Stämmen der *Guibourtia copallifera* abgenommen. Sie besteht aus kugel- oder tropfenförmigen Stücken von 1—3 Centim. Durchmesser. Ihre Dichte beträgt 1.06. In der Härte

---

1) Welwitsch l. c.

stimmt sie mit den südamerikanischen Copalen überein. Ihre Masse ist trüb und gelblich. Geruch schwach, Geschmack eben merklich. Diese Copalsorte, im Werthe nur den südamerikanischen gleichzustellen, kömmt wohl nur im englischen Handel vor.

Kieselcopal von Sierra Leone. Dieser Copal hat die Form von Rollsteinen. Die Stücke messen 2—3 Centim. im Durchmesser, sind weiss oder farblos bis gelblich, sehr homogen, durchscheinend bis durchsichtig, aussen rauh, seltener mit einer papierdünnen, opaken Kruste bedeckt. Dieser Copal ist völlig geruch- und geschmacklos, er ist der härteste von allen westafrikanischen Copalen, seine Dichte beträgt 1.09. Die Strichlinien stimmen mit jenen des Mozambique-Copals überein.

Der Copal von Gabon. Er besteht aus runden, fast immer etwas abgeplatteten Stücken von 1—8 Centim. Durchmesser. Die Oberfläche ist meist glatt, manchmal stellenweise mit einer sehr dünnen, kreidigen Kruste bedeckt, welche von astartig verzweigten, mit erhabenen Rändern versehenen Sprunglinien durchsetzt ist. Die Körner sind weingelb, stellenweise blutroth und trübe, minder durchsichtig und homogen als die vorigen. Die Dichte der Körner beträgt, vor Entfernung der Luft, 1.073. Die Bruchflächen sind muschelig, stellenweise splitterig, im frischen Zustande glasglänzend. Die Strichlinien sind auf frischer Bruchfläche glatt, auf alten Flächen splitterig. Beim Zerkauen haftet das Pulver schwach an den Zähnen, was mit Ausnahme des jungen Copals von Sierra Leone keine einzige der beschriebenen Copalsorten erkennen lässt.



Fig. 18. Natürliche Grösse. Sprunglinien auf der Oberfläche des Copals von Gabon.

Copal von Loango. Dieser Copal kömmt in Bruchstücken vor, welche schliessen lassen, dass die natürlichen Stücke eine Länge von mehreren Decimetern erreichen können. Nach der Farbe unterscheidet man eine weisse (*C. blanche de Loango*) und eine rothe (*C. rouge d. L.*) Sorte. Erstere besteht aus farblosen oder weissen bis gelblichen, letztere aus röthlichen oder bräunlichen Körnern oder aus gelblichen, röthlich oder bräunlich gefleckten Stücken. Der rothe Copal von Loango ist geschätzter als der weisse, wegen grösserer Härte, Durchsichtigkeit und Homogenität. Die Oberfläche dieser Copale ist entweder gänzlich glatt oder höckerig. Die Dichte beträgt 1.064. Die Bruchflächen sind muschelig, stark glänzend, die Strichlinien splitterfrei. Das Pulver haftet beim Kauen fast gar nicht an den Zähnen.

Copal von Angola. Er bildet runde, kugel- oder knollenförmige, seltener plattenförmige Stücke. Letztere sind häufig gewölbt und sammelten sich zweifelsohne an den Rinden der Stammbäume an. In der Handelswaare kommen diese plattenförmigen Stücke gewöhnlich nur im zerschlagenen Zustande vor. Die gewöhnlich im Handel erscheinenden Körner oder knollenförmigen Stücke haben einen Durchmesser von 3—8 Centimeter. Nach Welwitsch werden jedoch auch kindskopfgrosse, 3—4 Pfund schwere Stücke manchmal ausgegraben. Die natürlichen Stücke sind mit einer 0.5—1.5 Millim. dicken erdigen, schmutzig weissen bis bräunlichen Kruste überdeckt, welche meist polygonal zerklüftet, und ähnlich wie beim Zanguebarcopal mit facettartigen Bildungen versehen ist. Die Wärzchen des Angolacopals sind aber weit grösser als jene der ostafrikanischen Copale, ihre Länge beträgt nämlich 4—12 Millim. Homogene Stücke kommen selten vor, meist sind die Körner und Bruchstücke dieser Copalsorte getrübt, von Gasblasen durchsetzt, von Sprüngen durchzogen, und umschliessen nicht selten Rindenstücke. Dieser Copal ist theils ungefärbt, theils gelblich, röthlich oder bräunlich gefärbt. Die farblosen oder wenig gefärbten Sorten sind trübe, die deutlich gefärbten klar, durchsichtig und verhältnissmässig homogen. Die letzteren stehen deshalb höher im Preise als die ersteren. Auf frischen Bruchflächen sind die Strichlinien glatt, an alten etwas splitterig. Die Dichte liegt zwischen 1.062 und 1.081.



Fig. 19. Natürliche Grösse. Oberflächenform des Angolacopals. *A* entkrustete Stelle, *aa* glatte Erhabenheiten, *bb* facettirte Erhabenheiten, *cc* facettirte Furchen zwischen den Erhabenheiten. *B* erdige Kruste.

Nach Welwitsch erhält man durch Sortirung aus dem Sammelproducte vier Sorten, nämlich 1) *Gomma Copal vermellia* (*red copal gum*), 2) *G. C. amarella* (*yellow c. g.*), 3) *G. C. bianca* (*whitish c. g.*) und 4) *G. C. picada*. Die rothe Sorte ist dreimal so theuer als die weisse. Die vierte Sorte besteht aus erdigen Bruchstücken der drei übrigen.

c) Der Kaurie-Copal.

Diese in neuerer Zeit in grossen Massen nach Europa gebrachte Copalsorte wird theils in Neuseeland, theils in Neucaledonien gesammelt. Ersteres Land liefert die grössere Menge dieses Harzes. Hier

steht nach v. Hochstetter[1]) ausschliesslich auf der nordwestlichen Halbinsel der Nordinsel zwischen 34½—37½ südlicher Breite der Baum (*Yellow pine*), welcher den Copal liefert. Es ist *Dammara australis Don.* Das Harz tritt aus den Zweigen und Stämmen aus, und fliesst an den Wurzeln in grossen Klumpen zusammen. Ueberall am und theilweise im Boden, wo ehedem Kauriewälder standen, findet sich das Harz massenhaft vor. Das frische, aus den Zweigen und Stämmen herausfliessende und alsbald erstarrende Harz hat noch wenig Aehnlichkeit mit dem Kauriecopal; es ist weich und milchig trübe, von copalartigem Aussehen. Dieses frische Harz wird von den Ureinwohnern Neuseeland's gekaut. Handelsgegenstand ist nur das im Boden liegende recent-fossile Harz dieses Baumes.

Das neucaledonische Kaurieharz stammt von der auf den Gebirgen Kanala's häufigen *Dammara ooata Moore.*

Der Kauriecopal bildet meist ansehnliche Knollen, welche nicht selten ein Gewicht von 100 Pfund haben. Die Färbung ist eine sehr verschiedene und an den einzelnen Stücken oft sehr ungleichartige. Auch die Durchsichtigkeit ist an verschiedenen Stellen eines und desselben Stückes oft eine sehr verschiedene. Gestreifte und wolkig getrübte Stellen sind fast an jedem Stücke zu sehen. Das neuseeländische Kaurieharz hat eine bräunliche, das neucaledonische eine gelbliche bis weissliche Farbe. Oberflächlich sind alle Kauriecopale von einer bis fingerdicken Verwitterungskruste von opakem Character bedeckt. Am neuseeländischen Harze ist diese Kruste kreidig, am neucaledonischen bräunlich oder schwärzlich, stellenweise metallisch schillernd. An manchen Stücken geht die Masse des Harzes ganz allmälig in die Verwitterungskruste über. Wenn sich diese Deckschicht scharf vom Kerne abhebt, sind ihre Contouren stets zackig oder wellenförmig. Die Dichte des neucaledonischen Copals beträgt 1.115, die des neuseeländischen 1.109. Frische Bruchflächen sind muschelig und fettglänzend. Auf frisch angebrochenen Flächen ritzt die Nadel glatt, an alten Flächen stark splitterig. Alle Kauriecopale haben einen intensiven und angenehm balsamischen Geruch und einen gewürzhaften Geschmack. Zerkaut haftet das Pulver dieser Harze an den Zähnen.

d) Manilacopal.

Dieses im Handel seit langer Zeit vorkommende Harz stammt von *Vateria indica*, an deren Stamm es nach erfolgtem Anschnitt als Harzsaft austritt und alsbald erstarrt[2]). In Indien kömmt dieses Harz

---

1) Neuseeland, Stuttgart 1863, p. 138 ff.

2) Duplessy l. c. II. p. 92.

unter dem Namen *Pegnie* oder *Pandum* im Handel vor[1]). Das zusammengeflossene Aussehen dieses von erdigen Bestandtheilen freien, hingegen mit Gewebsresten reichlich durchsetzten Harzes lässt schliessen, dass es nicht gegraben, sondern von den Stämmen der Bäume abgenommen wurde. Der Manilacopal des Handels bildet trübe, zusammengesickerte, gelblich gefärbte Massen, die bis 1.5 Decimeter im Durchmesser erreichen. Eine Verwitterungsschicht fehlt gänzlich. Die Oberfläche der Stücke bietet nichts Characteristisches dar. Die Dichte beträgt 1.121. Der Bruch der Stücke ist splitterig, die Bruchfläche fettglänzend. Der Geruch dieses Harzes ist schwach balsamisch, der Geschmack etwas bitter. Auf frischen Bruchflächen ritzt die Nadel splitterfrei, an alten stark rissig. Das Pulver haftet schwach an den Zähnen.

e) Die südamerikanischen Copale.

Die Copale Südamerika's stammen durchwegs von noch jetzt lebenden Bäumen ab. Sie werden entweder von den Rinden der Stammbäume abgenommen oder von den Wurzeln, an denen sie sich oft massenweise ansammeln, abgelöst. Im ersteren Falle sind sie nicht selten von Rindenstücken durchsetzt, und zeigen eine glatte Oberfläche, im letzteren Falle sind sie von einer Kruste überdeckt.

Als Stammbäume dieser Copale werden mehrere Hymenaeen-, Trachylobien-, Vouapa- und Icica-Arten bezeichnet, ferner zwei botanisch noch nicht bestimmte brasilianische Bäume der Jutaicica und der Angico. Dass einige, vielleicht alle südamerikanischen Copale von Hymenaeen und Trachylobien abstammen, ist kaum zweifelhaft; aber es scheint, als würde man die copalführenden Species dieser Gattungen noch nicht ausgemittelt haben. Dass die in der brasilianischen Provinz Amazones, ferner in Guiana vorkommende *Hymenæa Courbaril* und die in Parahiba do Norte verbreitete *H. stilbocarpa*, ferner *Trachylobium Martianum* und *T. Hornemannianum*[2]) Copale liefern, kann mit Sicherheit angenommen werden. Nach Allem, was wir über die Harze der Icica-Arten (Elemi und Tacamahac) wissen, ist die Herleitung der südamerikanischen Copale von diesen Gewächsen als höchst ungewiss zu bezeichnen[3]). Dass auch *Vouapa phaselocarpa Mart.* brasilianischen

---

1) Scherzer, Reise der österreichischen Fregatte Nowara Stat. com. Theil I. p. 272.

2) Hayne, Darstellung und Beschreibung der Arzneigewächse. Leipzig 1856. Bd. IX. Nr. 17 und 18.

3) Näheres hierüber s. Gummi und Harze p. 165.

Copal liefert, wie Henkel angiebt[1]), muss einstweilen noch dahingestellt bleiben.

Von allen Copalen Südamerika's kömmt entschieden das Harz der *Hymenœa Courbaril* am häufigsten im Handel vor. Hier folgt dessen Beschreibung. Dieses Harz besteht aus knollenförmigen bis 10 Centimeter im Durchmesser haltenden Stücken. Nach Fragmenten zu urtheilen, dürften aber manche Stücke noch grössere Dimensionen haben. Dieser Copal ist von einer höchstens zwei Millimeter dicken, weissen kreidigen, innen grauweissen-hyalinen Kruste bedeckt. Die Oberflächenform der Stücke ist unregelmässig höckerig; im Querbruch erscheint sie oft schön wellenförmig. Die Farbe geht von Gelb bis in ein tiefes Grün (boutelliengrün) und namentlich sind es die dunkelgrünen Stücke, die sich durch hohe Klarheit und Homogenität auszeichnen. Die Dichte beträgt 1.082. Die Bruchfläche ist entweder eben oder nur schwach gekrümmt, glatt und fettglänzend. Die Strichlinien sind sowohl auf frischer als alter Bruchfläche splitterfrei. Dieser Copal zeigt noch einen gewissen Grad von Weichheit, indem seine frischen Bruchflächen, mit Leinen- oder Baumwollenzeug gerieben, matt werden. Der Geruch ist unangenehm leimartig, der Geschmack deutlich bitter. Gekaut wird das Harz weich und haftet stark an den Zähnen. —

Bei der höchst verschiedenartigen Abstammung und dem verschiedenen Alter der Copalsorten kann es nicht befremden, wenn deren Löslichkeitsverhältnisse und deren Schmelzpuncte, wenn sie ferner im chemischen Verhalten höchst verschieden sind. Dass sich in den drei genannten Beziehungen bei verschiedenen Copalen Unterschiede ergeben, geht schon aus den bis jetzt angestellten Beobachtungen hervor, die aber fast alle wegen nicht genauer Bezeichnung des zu den Versuchen verwendeten Materials nur einen beschränkten Werth besitzen.

Die Schmelzpuncte der Copale liegen zwischen 180 und 340° C.[2]). Der höchste Schmelzpunct scheint den ostafrikanischen Copalen zuzukommen. Nähere Angaben über die Schmelzpuncte genau definirter Sorten fehlen, und nur im Allgemeinen wissen wir, dass die weichen Copale bei niederen, die harten bei höheren Temperaturen schmelzen.

Nach Hatschett löst sich eine nicht näher bezeichnete Copalsorte in heisser Kalilauge völlig, während nach Filhol ostindischer Copal (wahrscheinlich sogen. ostindischer C., nämlich Zanguebar-C.; es kann aber hierunter auch echter ostindischer C., nämlich Manila-C.

---

1) Neues Repert. XIII.

2) Violette, Repert. Chem. appl. 1862. p. 329.

verstanden sein) sich hierin auch nach Stunden nicht löst[1]. Nach Berzelius lösen sich manche Copalsorten in Weingeist, wenn demselben Kampfer zugesetzt wurde. In Aether quillt nach diesem Forscher der Copal blos zu einer Gallerte auf, die sich im warmen Weingeist löst[2]. Nach Cloëz[3]) löst sich der Copal (welche Sorte?) reichlich in Chloroform, nur wenig in absolutem Alkohol auf. Unter den ätherischen Oelen ist nach Draper[4]) das Cajeputöl das beste Lösungsmittel der Copale. In Leinöl ist Copal (welcher?) unlöslich, hingegen in Ricinusöl löslich. Die Lösung mischt sich mit Weingeist, beim Stehen scheidet sich aber ein Theil des Harzes wieder aus[5]). Nach Violette[6]) wird Calcuttacopal in Leinöl und Terpentinöl löslich, wenn man ihn früher in verschlossenen Gefässen auf 350—400° C. erhitzte. Die Lösung giebt schöne Firnisse. Von Filhol ist auch auf die interessante Thatsache aufmerksam gemacht worden, dass der Kohlenstoffgehalt von im gepulverten Zustande aufbewahrten Copalen geringer wird und derartige aufbewahrte Copale mit der Zeit in Alkohol, Aether und Terpentinöl völlig löslich werden.

Die chemischen Individuen, welche die Copale constituiren, sind wohl noch nicht isolirt worden. Was man als Harze der Copale anspricht, dürften wohl noch Gemenge verschiedener Körper sein. Neben den Harzen hat man in den weichen Copalen noch kleine Mengen von ätherischen Oelen nachgewiesen. Die Elementaranalyse hat folgende Kohlenstoff-, Wasserstoff- und Sauerstoffmengen in den Copalen constatirt.

C	79.35	bis	80.66
H	9.90	»	10.78
O	8.77	»	10.40

Unverdorben[7]) hat im Copal fünf verschiedene Harze aufgefunden, von denen drei in Weingeist löslich, zwei darin unlöslich sind. Aehnliche aber nicht gleiche Ergebnisse erhielt Filhol. Die Unterschiede in den Resultaten beider Forscher beruhen, da sie nach gleicher Methode arbeiteten, zweifelsohne in der Verschiedenheit des Untersuchungsmateriales. Nach Filhol's Untersuchungen ist es wahrscheinlich, dass die Harze des Copals sich nur im Sauerstoffgehalt unterscheiden und

1) Gmelin IV. 2. p. 1813.
2) Lehrbuch 3. Aufl. 7. p. 53.
3) Ann. Pharm. 44. p. 323.
4) Chem. News. 1862. p. 184.
5) Stickel, Journ. f. pract. Chem. Bd. 9. p. 166.
6) Compt. rend. 63. p. 461.
7) Schweigger, Journ. f. Chem. 59. p. 460 ff.

in den Lösungsmitteln desto leichter auflösen, je reicher sie an Sauerstoff sind. Der in den Lösungsmitteln am leichtesten sich auflösende harzige Körper des Copals (α-Harz) hat nach Filhol die Zusammensetzung $C_{40}H_{62}O_5$; das völlig unlösliche ε-Harz desselben Copals die Formel $C_{40}H_{62}O_2$.

Der Copal bildet eines der wichtigsten Rohmaterialien zur Darstellung von Lacken und Firnissen. Grössere, durchsichtige und homogene Stücke des Zanguebarcopals werden so wie Bernstein zu Dreh- und Schnitzarbeiten verwendet. Nach Welwitsch lässt sich der Angolacopal hierzu gleichfalls verwenden.

Der gesuchteste aller Copale ist die Sorte von Zanguebar. Die Nachfrage nach diesem Copal ist im europäischen Handel eine so grosse, dass sie durch das Angebot nicht befriedigt werden kann, weshalb diese Waare sehr grossen Preisschwankungen unterworfen ist [1].

15) Guajacharz [2].

Guajacum officinale, eine baumartige Zygophyllee Westindiens ist die Stammpflanze dieses Harzes. Kleine Quantitäten desselben finden sich an seiner Entstehungsstätte, nämlich in den älteren Schichten des Holzes abgelagert, und treten im halbflüssigen Zustande auch nach aussen. Dieses freiwillig sich ansammelnde Harz bildet aber nur kleine Körner. Grössere Stücke entstehen nach künstlicher Verletzung des Stammes durch Einschnitte. So erhaltene Stücke können einen Durchmesser von mehreren Centimetern erreichen. Das Guajacharz des Handels setzt sich aber nur selten aus den am Stamme erhärteten Körnern zusammen; fast immer wird es künstlich aus dem Guajacholze (lignum sanctum, worüber in einem weiter unten folgenden Abschnitte abgehandelt werden wird) dargestellt. Die Gewinnung wird meist in der Weise ausgeführt, dass man der Länge nach durchbohrte Stamm- oder Aststücke über freiem Feuer ausschmiltzt, die schmelzende Harzmasse in Calebassen sammelt und erhärten lässt. Seltener bereitet man dieses Harz durch Auskochen zerkleinerten Guajacholzes mit Salzwasser, wobei es sich an der Flüssigkeitsoberfläche ansammelt, von wo es abgeschöpft und erstarren gelassen wird, oder durch Extraction mittelst Weingeist.

Das Guajacharz erscheint im Handel in zwei Sorten, als Guajac in Körnern und Guajac in Massen. Erstere Sorte, ein Sammelproduct, ist seltener als letzteres, welches entweder durch Ausschmelzen oder Auskochen erhalten wird. Beide Sorten sind nur wenig von einander verschieden. Der Guajac in Körnern besteht aus runden unregelmäs-

1) Commerciell-statische Beilage z. Preiscourant von Gehe et Co. in Dresden. 1869.
2) S. Flückiger, Pharmakognosie p. 67 ff.

sigen Stücken, welche einen Durchmesser von 1—3 Centim. haben, und ist häufig mit Rindenstücken durchsetzt. Der Guajac in Massen erscheint in Form unregelmässiger Bruchstücke, in welchen manchmal Gewebsstücke des Guajacholzes eingebettet sind. Alle übrigen Eigenschaften stimmen an beiden Sorten überein.

Frisch aufgebrochen hat dieses stets spröde Harz eine braunschwarze etwas in's grünliche geneigte Farbe. Längere Zeit an der Luft gelegene Stücke lassen diesen grünlichen Ton stärker hervortreten. Oxydirenden Einflüssen ausgesetzt oder mit Eisenchloridlösung und Weingeist befeuchtet wird das Pulver des Harzes schön grün oder blau. Der Glanz der frischen Stücke ist ein sehr lebhafter. Mikroskopische Splitter sind von blassgrünbräunlicher Farbe und völlig durchsichtig. Das Strichpulver hat eine graubraune Farbe. Die Dichte beträgt 1.22. Der Geruch ist schwach und eigenthümlich, der Geschmack kratzend. Beim Kauen haftet das Pulver an den Zähnen.

Das Guajacharz schmilzt nach Flückiger bei 85° C., verstärkt bei erhöhter Temperatur seinen eigenthümlichen Geruch und lässt gleichzeitig auch einen Beigeruch von Benzoë erkennen. Aether, Alkohol, Chloroform und Alkalien lösen es leicht und vollständig, Benzol, fette und ätherische Oele viel schwieriger auf. Die Harzlösung hat eine braune Farbe, wird durch reducirende Mittel entfärbt und durch oxydirende grün oder blau gefärbt.

Dieses Harz besteht der Hauptmasse nach aus Guajakonsäure (70 Proc.), Guajacharzsäure (10 Proc.) und Guajac-β-Harz (9 Proc.). Ferner enthält es kleine Quantitäten eines gelben, krystallisirten Pigmentes, das von Hadelich als Guajacgelb beschrieben wurde, Gummi, Guajacilsäure und Mineralbestandtheile. Es giebt 0.8 Proc. Asche.

Seit einiger Zeit kömmt im Handel auch ein angeblich aus Peru stammendes aromatisches Guajacharz *(Resina Guajaci Peruviana aromatica)* vor, welches in der Parfumerie angewandt wird; es weicht in den Reactionen so sehr vom echten Guajacharz ab, dass seine Abstammung von *Guajacum officinale* zum mindesten sehr zweifelhaft ist.

16) Perubalsam.

Früher wurde *Myroxylon peruiferum* für die Stammpflanze dieses Balsams gehalten. Neuere Untersuchungen von Pereira und Dorat[1]) haben jedoch ergeben, dass *Myroxylon sonsonatense Klotzsch*, ein auf der Balsamküste in St. Salvador vorkommender Baum, diese Drogue liefert. Nur wenige Waaren haben einen so beschränkten Productionsbezirk als der Perubalsam. Aller im Handel erscheinende Perubalsam

1) Neues Repert. für Pharm. 1861, p. 190.

kömmt von der Balsamküste (zwischen Libertad und Acahuatla); Sonsonate ist der Mittelpunct der Balsamgewinnung. — Es sollen einige andere im Norden Südamerikas vorkommende Myroxylon-Arten ein ähnliches Product liefern. Nach Dorat ist dies aber sehr zweifelhaft. Sollten in der That solche Balsamsorten ausserhalb der Balsamdistricte St. Salvador's gewonnen werden, so sind selbe doch für den Handel bis jetzt ohne alle Bedeutung geblieben.

Nach Dorat's Mittheilungen befinden sich an der Balsamküste zahlreiche Ansiedelungen (Pueblos), in welchen die Bäume der Umgebung auf Balsam ausgebeutet werden. Die grösste Ausbeute, nämlich 7000 Kgr. Balsam im Jahre, liefert die Ansiedlung Chiltiuapan, wo 2600 Bäume zur Balsamgewinnung dienen.

Zur Zeit der Besitznahme des Landes durch die Spanier wurde ein sehr barbarisches, freilich sehr erfolgreiches Verfahren zur Gewinnung dieses Balsams in Anwendung gebracht. Die Bäume wurden gefällt und das junge Holz ausgekocht. Hätten gesetzliche Anordnungen der Ausübung dieser Methode nicht alsbald ein Ziel gesetzt, so wären die Balsambäume vielleicht bald von der Erde verschwunden[1]. — Gegenwärtig, wie seit alter Zeit her, wird der Perubalsam auf eine ganz eigenthümliche, von den Ureinwohnern des Landes erfundene Weise dargestellt, die wir durch Dorat kennen lernten. Die Stämme der Balsambäume werden, wenn die Regenzeit zu Ende ist, an vier Seiten mit Hämmern oder Beilen so lange geklopft, bis sich die Rinde an den betreffenden Stellen vom Holzkörper abgelöst hat. Es muss stets dafür Sorge getragen werden, dass breite Rindenstreifen ganz unverletzt bleiben. Nach einigen Tagen wird die gelockerte Rinde durch Harzfackeln angebrannt, bis eine schwache Verkohlung eingetreten ist. Die angebrannte Rinde fällt nun von selbst ab, oder wird künstlich entfernt. Sobald aus dem entblössten Holzkörper eine gelbliche, duftende Flüssigkeit hervorzutreten beginnt, werden die Wundstellen des Baumes mit Zeuglappen bedeckt, und solange mit den Stämmen in Berührung gelassen, bis sie mit Balsam vollgetränkt sind. Die Lappen werden sodann sorgfältig abgenommen und in irdenen, zum grössten Theile mit Wasser gefüllten Gefässen ausgekocht, wobei der Balsam als syrupdicke Flüssigkeit sich am Boden ansammelt. Eine ziemlich grosse Menge von Balsam erhält man auch durch Auswinden der Fetzen. Die Balsamgewinnung dauert von December bis Mai. Innerhalb dieser Zeit kann von einem und demselben Baume der Balsam mehrmals in der schon angeführten Weise aufgesammelt werden. Der Balsam wird entweder gleich, oder wenn man bessere Sorten erzielen will nach mehrtägigem

---

[1] Vgl. Hanbury, Pharm. Journ. and Transact. 1863.

Stehen in die zum Transporte bestimmten Gefässe, nämlich Tecomates oder in künstliche Gefässe gebracht. Früher kam der Balsam nur in Tecomates, d. i. eine Art Calebasse (Flaschenkürbis), nämlich die Früchte von *Crescentia cucurbitina* in den Handel; in neuerer Zeit werden jedoch häufiger künstliche Behälter, nämlich mit Leder umhüllte Thongefässe oder Büchsen aus Eisenblech zur Emballirung verwendet.

Das auf die genannte Weise gewonnene Product führt den Namen schwarzer Perubalsam. Ausser diesem erscheint in kleinen Quantitäten auch ein weisser Perubalsam, welcher nach Hanbury durch Auspressen aus den Früchten von *Myroxylon sonsonatense* gewonnen wird.

Der weisse Perubalsam bildet eine syrupdicke, blassgelbe, etwas trübe Flüssigkeit, von angenehmen Geruche nach Vanille und Steinklee, und bitter gewürzhaftem Geschmack.

Der schwarze Perubalsam hat auch das Aussehn eines Syrups, ist aber dennoch ziemlich dünnflüssig. In dünner Schicht ist er tief honiggelb, in Massen braunschwarz mit einem mehr oder minder lebhaften Stich ins Rothe. Der Geruch ist sehr angenehm und erinnert an Benzoë und Vanille. Der Geschmack ist anfangs milde, später scharf und kratzend. Dieser Balsam sinkt, wie schon oben erwähnt, im Wasser unter; seine Dichte beträgt 1.14—1.15. — Die besten Sorten erweisen sich, selbst bei mikroskopischer Untersuchung als völlig homogene Flüssigkeiten. Mindere Sorten sind trübe und klären sich nur langsam und nie vollständig[1]. In denselben fand ich kleine überaus zarte, meist zusammengesunkene Parenchymzellen mit einem mittleren Durchmesser von 0.03 Millim. Auf Zusatz von Weingeist fand ich in denselben Sorten kleine grüne Körnchen auf, die ich als Chlorophyllkörner deute, da sie nach längerer Einwirkung der Zusatzflüssigkeit verblassen, ohne zu verschwinden. — Keine Sorte von Perubalsam setzt, selbst nach jahrelanger Aufbewahrung Krystalle ab.

Früher erschien im Handel auch ein sogenannter trockener Perubalsam (*Opobalsam siccum v. Bals. peruv. siccum*). Diese Waare stammte sicher nicht von *Myroxylon sonsonatense*, sondern wahrscheinlich von einer Myrospermum-Art.

Der schwarze Perubalsam ist mehrfach chemisch untersucht worden; hingegen liegt über die weisse Sorte chemischerseits keinerlei Beobachtung vor. — Die chemische Constitution des schwarzen Perubalsams ist zweifelsohne eine variable, wie die Verschiedenartigkeit der Producte gelehrt hat, welche man erhält, wenn man Kali auf den Balsam

1) Nach Mittheilungen der commerziell-statistischen Beilage zum Preiscourant von Gehe et Comp. (Dresden, 1869) kommen alle Perubalsamsorten trübe an und klären sich erst beim Lagern.

einwirken lässt. Delafontaine[1]) erhielt hierbei Zimmtsäure-Zimmtäther, Kachler[2]) hingegen Zimmtsäure-Benziläther. Zimmtsäure fehlt im Perubalsam nie. Die saure Reaction, welche er zeigt, und die sich auch auf Wasser überträgt, mit welchem man den Balsam schüttelte, rührt von dieser Säure her. Styracin, einer der integrirenden Bestandtheile des Storax ist von Scharling auch im Perubalsam aufgefunden worden. Dieser Körper ist aber kein konstanter Begleiter des Perubalsams. Ausser den genannten Substanzen enthält er Cinnameïn, mehrere Harze und einen in Wasser löslichen Extractionsstoff. — Das Cinnameïn, der Hauptbestandtheil des Perubalsams, ist eine farblose in Aether und Alkohol lösliche, aromatisch schmeckende Flüssigkeit von der Zusammensetzung $C_{16}H_{14}O_2$. — Im Perubalsam scheinen mehrere Harze vorhanden zu sein. Ein Theil der harzigen Bestandtheile löst sich, wie lange bekannt, in 75procentigem Alkohol auf, ein anderer Theil bleibt ungelöst; durch absoluten Alkohol wird auch der Rest in Lösung gebracht. Nach Fremy[3]) sind die Harze des Perubalsams Hydrate des Cinnameïn's, was jedoch noch genauer nachzuweisen wäre. Kachler hat dargethan, dass das mit schmelzendem Kalihydrat oxydirte Harz des Perubalsams Benzoësäure und Protocatechusäure liefert.

Nach Pfaff löst sich der Perubalsam völlig in absolutem Alkohol; Mandelöl löst nach demselben Beobachter blos die Hälfte auf. Mit einer Menge von höchstens 25 Proc. Copaivabalsam und mit höchstens 12 Proc. Terpentinöl lässt er sich mischen.

Von Ulex[4]) ist ein einfaches Mittel angegeben worden, um die nicht selten vorkommenden Verfälschungen des schwarzen Perubalsams mit Copaivabalsam und fettem Oel nachzuweisen. Eine kleine Menge (etwa 10 Tropfen) des zu untersuchenden Balsams wird mit dem doppelten Gewichte concentrirter Schwefelsäure gemengt und später mit Wasser gut ausgewaschen. Ein Geruch nach schwefliger Säure deutet auf eine Verfälschung mit Copaivabalsam. Ist die Masse schmierig und erhärtet sie auch bei längerem Stehen nicht, so war ein Oel als betrügerischer Zusatz zugegen. Erhärtet aber das Gemenge zu einem spröden harzigen Körper, so ist dies ein Zeichen, dass der Balsam unverfälscht war.

Der Perubalsam findet eine ausgedehnte Anwendung in der Parfumerie. Er dient auch zur Bereitung des Chrysams der katholischen Kirche und, statt Vanille, als Zusatz zu schlechteren Chocoladensorten.

---

1) Zeitschrift für Chemie. 1869. p. 156.

2) Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wissenschaften zu Wien. Bd. 59. Märzheft 1869.

3) Ann. Chim. et Phys. 70. p. 180.

4) Muspratt's Chemie. III. Artikel Harze.

Von Kachler ist er auch zur Darstellung von Benzilalkohol vorgeschlagen worden. Er liefert 20 Proc. Benzilalkohol, 46 Proc. rohe Zimmtsäure und 32 Proc. Harz.

17. Tolubalsam.

Die Stammpflanze dieses Balsams ist *Myroxylon toluiferum*, eine im nordwestlichen Theile Südamerikas vorkommende baumartige Papilionacee. Nach neueren Berichten von Weir (1864) werden in die Bäume Löcher gebohrt, aus denen eine angenehm riechende Flüssigkeit austritt, die man in Calebassen auffängt, worin sie nach und nach fest wird. Die Gewinnung wird vornehmlich bei Mercedes, Plato und Turbaco, in beschränkter Menge auch bei Tolu betrieben.

Der Tolubalsam des Handels ist gewöhnlich halbweich, rothbräunlich; er erweicht schon in der Hand und lässt sich dann wie Wachs kneten. Dünne Schichten des Balsams sind durchscheinend bis auf kleine dunkle Pünctchen, welche, im Mikroskop gesehen, als Gewebsreste sich kundgeben. Der Geruch ist angenehm, an Vanille erinnernd, der Geschmack aromatisch, die Dichte beträgt 1.2. Mit der Zeit erstarrt der Tolubalsam völlig und wird zu einer spröden rothbraunen Masse. Gepulvert wird letztere blassgelb.

Im Mikroskope erkennt man, dass der Tolubalsam aus einer homogenen Grundmasse besteht, in welcher Krystalle (Zimmtsäure) und Gewebsreste eingeschlossen sind. Die Zimmtsäure-Krystalle erkennt man sehr deutlich im polarisirten Lichte, aber auch bei Behandlung eines Splitters oder dünngekneteten Stückes des Balsams mit Weingeist, welcher die homogene Grundmasse rascher als die Krystalle angreift. Die Krystalle sind monoklinische etwas corrodirte Prismen. Die im Tolubalsam eingeschlossenen Gewebsreste sind sehr verschiedener Art; gewöhnlich bestehen sie aus dem Gewebe des Holzkörpers der Stammpflanze[1]. Man kann die Gewebsbestandtheile am besten ersichtlich machen, wenn man die Probe auf dem Objectträger mit rectificirtem Alkohol versetzt, wobei die harzigen Antheile des Balsams aufgelöst werden. — Bei der Behandlung des weichen Tolubalsams mit Weingeist verwandelt sich die Grundmasse in kleine Kügelchen, welche in der Flüssigkeit lebhafte Molekularbewegung zeigen. Der starre Tolubalsam wird hingegen hierbei in eine weiche homogene Masse verwandelt.

Fig. 20. Vergr. 200. Krystalle des Tolubalsams, bei Betrachtung eines dünnen Splitters, welcher in Olivenöl eingelegt wurde.

1) Näheres hierüber in: Gummi und Harze p. 176.

Erhitzt man den Balsam auf dem Objectträger durch kurze Zeit, so sublimirt ein Theil der Krystalle am Rande des Deckgläschens in Form feiner Nadeln, ein anderer Theil krystallisirt in der Harzmasse heraus, und erscheint hier in Gestalt kleiner langgezogener sechsseitiger Tafeln.

Der Tolubalsam erweicht schon bei 30° C. und schmilzt bei 60—65° C. In Alkohol und Chloroform ist er völlig, in Aether nur theilweise löslich. Sehr bemerkenswerth ist es, dass er von ätherischen Oelen und von Schwefelkohlenstoff nur sehr wenig angegriffen wird, wodurch es leicht wird, manche Verfälschung darin nachzuweisen z. B. Colophonium [1].

Im Tolubalsam wurden mit Sicherheit nachgewiesen: Tolen, Zimmtsäure, Benzoësäure und mehrere Harze. Es wurde früher auch Cinnameïn als Bestandtheil des Tolubalsams angegeben, bis Scharling mit Bestimmtheit zeigte, dass dieser Körper darin nicht vorkömmt.

Die Menge des Tolens beträgt 1 Proc. Es ist ein ätherisches Oel von der Zusammensetzung der Terpene ($C_{10}H_{16}$), das zwischen 160 und 170° C. siedet. Scharling vermuthet, dass hieraus die übrigen Bestandtheile des Tolubalsams hervorgehen. Die Harze dieses Balsams scheinen noch sehr ungenügend studirt worden zu sein [2].

Der Tolubalsam wird zu Parfumeriezwecken benutzt.

18. Storax.

Der Storax wurde früher von einigen Styraceen abgeleitet. Die Untersuchungen Hanbury's [3], welche von Unger und Kotschy [4] bestätigt wurden, haben aber ergeben, dass dieser Balsam von *Liquidambar orientale*, also einem Gewächse aus der Familie der Balsamiflua abstammt. Der Baum findet sich im südlichen Kleinasien und im nördlichen Syrien, ferner auf Rhodus und Cypern. Im südwestlichen Kleinasien, wo der Baum ganze Wälder bildet, wird er auf Storax ausgebeutet. Die Gewinnung ist eine sehr einfache. Der Storaxbaum wirft, wie die Platane unserer Gärten das Periderm ab. Die jüngere Rinde, welche hierdurch freigelegt wird, wird abgenommen und in gewöhnlichem Wasser ausgekocht. Der Balsam sammelt sich am Boden der Gefässe an. Oft wird die junge, balsamführende Rinde künstlich blosgelegt.

---

1) Vgl. Muspratt's Chemie. III. Harze, p. 19 und Flückiger l. c. p. 92.
2) S. Scharling, Annal. d. Pharm. 97, p. 88.
3) Petermann, geograph. Mitth. 1857, p. 286.
4) Die Insel Cypern p. 413.

Unger[1]) hat mit Bestimmtheit nachgewiesen, dass der Storax durch chemische Metamorphose des Rindengewebes entsteht.

Der durch Ausschmelzen im Wasser erhaltene Storax ist der flüssige Storax des Handels (Styrax liquidus) aus welchem zwei Kunstproducte, der Storax in Körnern und der gemeine Storax (Styrax calamitus) dargestellt werden.

Der flüssige Storax bildet eine breiartige von dunkeln Puncten durchsetzte Masse, welche einen angenehmen vanilleartigen, beim Erwärmen zimmtartigen Geruch, einen kratzenden Geschmack hat, und etwas schwerer als Wasser ist. Nach längerer Aufbewahrung wird er zäher, homogener, wohlriechender; die Farbe wird dunkler und zieht etwas in's Grünliche.

Der flüssige Storax scheint im frischen Zustande eine völlig homogene Masse zu bilden, welche sich jedoch unter dem Mikroskop in eine Unzahl kleiner Balsamkügelchen, in Tropfen von wässeriger Consistenz, und in Krystalle von Zimmtsäure auflöst. Nebenher treten auch vegetabilische Gewebsreste darin auf. Erwärmt man solchen Balsam auf dem Objectträger, so krystallisirt aus der Masse das Styracin in Form feiner Krystallnadeln heraus, wie Flückiger[2]) zuerst zeigte. Derselbe Beobachter fand im flüssigen Storax stark verdickte Baströhren. Ich habe ausser diesen auch noch parenchymatöse Gewebsreste aus der Mittelrinde von *Liquidambar orientale* darin aufgefunden. — Flüssiger Storax, welcher lange aufbewahrt wurde, lässt keine Balsamkügelchen mehr erkennen. Er besteht vielmehr aus einer homogenen, durchscheinenden, hellbraunen Grundmasse, in welcher grosse monoklinische etwas corrodirte Krystalle von Zimmtsäure und kleine Krystallnadeln von Styracin eingebettet sind. Wenn ein solcher alter Storax kurze Zeit auf dem Objectträger erhitzt und hierauf rasch abgekühlt wird, so bildet sich am Rande des Deckglases ein reichlicher Beschlag von Zimmtsäurekrystallen.

Storax in Körnern. Diese Sorte besteht aus bei gewöhnlicher Temperatur starren, künstlich erzeugten Körnern von länglicher Form und wenigen Millimetern Querdurchmesser. Die Farbe der Körner ist braunschwarz, ihre Oberfläche glatt und glänzend. . Im Geruch und Geschmack stimmt er mit flüssigem Storax überein. Zwischen den Fingern gehalten werden die Körner zuerst klebrig, dann weich. Im mikroskopischen Verhalten stimmt er mit dem, durch lange Zeit aufbewahrten flüssigen Storax nahe überein; er ist ärmer an Zimmtsäurekrystallen als dieser.

---

1) Die Insel Cypern p. 416 ff.

2) Pharmakognosie p. 87.

Gemeiner Storax. Wie die vorige ist auch diese Storaxsorte ein Kunstproduct, und zwar ein Gemenge geringerer Sorten von flüssigem Storax mit verschiedenen trockenen Pflanzengeweben, als: ausgeschmolzene Rinde von *Liquidambar orientale*, welche früher auch als solche unter dem Namen *cortex Thymiamatis*[1]) im Handel erschien, Sägespähne gemeiner europäischer Laubhölzer, ausgesottene Zimmtrinde (von *Cinnamomum ceylanicum* und *C. cassia*) etc. Diese Sorte von Storax wird vorzugsweise in Triest bereitet.

Dieser Storax bildet eine feuchte braunschwarze humusartige Masse, welche mit der Zeit heller braun und, je nach ihrer Güte, grössere oder kleinere Mengen von Zimmtsäure-Efflorescenzen erkennen lässt. Der Geruch ist storaxartig, doch tritt hier der Zimmtgeruch stärker hervor. Die geringen Sorten des gemeinen Storax haben einen unangenehmen moderigen Beigeruch. Die beigemengten Pflanzengewebe sind direct im Mikroskope nicht kenntlich, da sie mit den harzigen Substanzen innig verbunden sind. Kocht man diesen Storax aber mit hochprocentigem Alkohol aus, und behandelt die Gewebsstücke mit verdünnter Chromsäure, der etwas Schwefelsäure zugesetzt wurde, so treten ihre Structurverhältnisse mit Deutlichkeit hervor.

Auch andere Liquidambar-Arten liefern wohlriechende, balsamische Harze, so die in Nord- und Centralamerika vorkommende *L. styriciflua*, deren Balsam im amerikanischen Handel[2]) vorkömmt; ferner *Altingia excelsa Noran. (= Liquidambar Altingianum Blume;* der Rasamala) auf Java und Sumatra und *L. tricuspis Miq.* auf Sumatra. Ersterer liefert das Harz Kindaï, letzterer einen Balsam der in Sumatra Sigedungdung und Macendung genannt wird[3]).

Unter Storax *(storax officinalis* und *storax calamitus)* verstand man in früheren Zeiten andere balsamische Harze, die von *Styrax officinalis* herrührten, von welchem Baum irrthümlich auch jetzt noch manchmal der Storax des gegenwärtigen Handels hergeleitet wird[4]). —

Der Storax löst sich vollständig in Aether, unvollständig in Alkohol; die Lösungen reagiren sauer.

Er besteht der Hauptmasse nach aus Styrol (Cinnamen, Cynamol.); ferner enthält er Metastyrol, Styracin, Zimmtsäure und Wasser. Die

---

1) Ueber cort. thymiamatis, welche zum Räuchern benutzt wird s. Flückiger l. c. p. 85 und Berg, Pharmaceutische Waarenkunde p. 597.

2) Parrish, Practical Pharmacy. Philadelphia 1859. p. 353.

3) S. hierüber Junghuhn, Java, p. 322; Miquel, Sumatra, p. 88; ferner Gummi und Harze p. 179.

4) Ueber die gegenwärtig bedeutungslos gewordenen Storaxsorten der Alten siehe Gummi und Harze p. 180.

Angabe, dass dieser Balsam auch Benzoësäure enthält, hat sich nicht bestätigt [1].

Das Styrol, ein Kohlenwasserstoff von der Zusammensetzung C_8H_8, siedet bei 146° C., besitzt den Geruch und Geschmack des Storax, löst sich in Aether und Alkohol; seine Dichte beträgt 0.924. — Das Metastyrol ist ein fester, pulverisirbarer, stark lichtbrechender Körper von der Dichte 1.054, der in Aether und Alkohol unlöslich ist. Durch Erhitzen geht das Styrol in Metastyrol über, welches mit ersterem isomer ist. Nach Kowalewsky [2] kommen im flüssigen Storax 1.6—2.8 Proc. Metastyrol vor. — Das Styracin ist Zimmtsäure-Zimmtäther. Es krystallisirt, ist in Wasser unlöslich, in Aether und Alkohol löslich, geruch- und geschmacklos und siedet schon bei 38° C. — Die Zimmtsäure kömmt im flüssigen Storax fast gänzlich nur im aufgelösten Zustande vor; sie wird hier theils durch Styrol, theils durch Wasser in Lösung erhalten. In allen übrigen Storaxsorten erscheint sie, wie schon oben nachgewiesen wurde, in Krystallform. Die Zimmtsäuremenge schwankt im Storax zwischen 6—23 Proc.

Durch Behandlung des Storax mit Kali entsteht zimmtsaures Kali und Styron ($C_9H_{10}O$). Oxydirende Mittel bilden Benzoësäure, Bittermandelöl, Blausäure und kleine Mengen von Pikrinsäure [3].

Der Storax findet in der Parfumerie und in der Medicin Verwendung.

19. Benzoë.

Man hat bis in die neueste Zeit *Benzoïn officinale*, einen Baum aus der Familie der Styraceen, als die Stammpflanze der Benzoë angesehen. Als jedoch durch die interessanten Untersuchungen von Kolbe und Lautemann gezeigt wurde, dass neben den benzoësäureführenden Benzoësorten des Handels auch andere vorkommen, welche Zimmtsäure führen, wurde mehrfach, am bestimmtesten von Henkel [4], die Frage aufgeworfen, ob die zimmtsäureführenden Sorten dieses Harzes gleicher Abstammung sind wie die Sorten bekannter Abstammung, nämlich die Benzoësäurehaltenden. Ich habe an anderem Orte [5] auf das bestimm-

---

1) Vgl. Bonastre, Journ. Pharm. 16, p. 88 und 17, p. 45.

2) Ann. Pharm. 120, p. 66.

3) Will und Böttger, Ann. d. Pharm. 58, p. 274.

4) Cannst. Jahresber. 1861. p. 34. Zeitschrift des öster. Apothekervereins. 1865.

5) Untersuchungen über die Abstammungen und Eigenschaften einiger Harze. I. Die Benzoë von Singapore; in: Mikroskopische Untersuchungen aus dem Lab. für Mikroskopie und technische Waarenkunde am k. k. polytechnischen Institute in Wien. Stuttgart 1872. p. 87—93. Das genannte Buch werde ich im Nachfolgenden kurz citiren mit: Wiesner, Mikr. Untersuchungen.

teste den Nachweis geliefert, dass die Benzoë von Singapore Zimmtsäure führt, und dennoch von *Benzoïn officinale* abstammt. Die mir vorliegenden mit Blättern und Blüthen besetzten sehr gut erhaltenen Herbar-Exemplare der Benzoëbäume von Sumatra und deren Früchte stimmen so völlig mit gewöhnlichem *Benzoïn officinale* überein, dass selbst die Annahme, man hätte es in der Benzoëpflanze von Singapore mit einer Varietät zu thun, ohne Berechtigung ist. Nach diesem Sachverhalt haben die oben mitgetheilten zur Geltung gebrachten Zweifel über die Abstammung der Benzoë allen Halt verloren, und es steht nunmehr fest, dass die alte Ansicht, die Bezoë ist das Harz von *Benzoïn officinalis* auch heute noch richtig ist.

Der Benzoëbaum kömmt in einem grossen Theil Indiens, namentlich in Cambodgia, Siam und Cochinchina vor, und ist auch über Sumatra, Java und Borneo verbreitet. Die zur ergiebigen Gewinnung der Benzoë erforderliche Cultur der Bäume wird in den genannten Ländern Hinterindiens, ferner auf Sumatra, in neuester Zeit auch in Singapore betrieben. Die grösste Menge dieses Harzes liefert Sumatra, besonders die östlichen und nördlichen Districte. Die Benzoëpflanzungen stehen auf Reisfeldern in den Küstengegenden, während die wildwachsenden Bäume im Innern der Insel, in einer Seehöhe von 300—1000 Fuss vorkommen[1].

Wie bei allen harzliefernden Bäumen fliesst auch aus den Stämmen der Benzoëbäume eine kleine Menge des Harzes freiwillig aus. Will man grössere Mengen von Benzoë gewinnen, so müssen die Bäume angeschnitten werden. Die Fällung der Bäume behufs Abscheidung des Harzes scheint wohl nicht mehr in Uebung zu stehen. Nach älteren Angaben werden die Stämme der Benzoëbäume, vom 5. oder 6. Lebensjahre an bis zu ihrem 20. Jahre alljährlich von der Krone an schief nach unten hin angeschnitten, eine Procedur, die man in jedem Jahre mehrmals wiederholt[2] (?). Nach Marsden[3] beginnt man auf Sumatra die Harzbäumchen anzuschneiden, wenn sie ihr 7. Lebensjahr erreicht haben. Die Stämmchen haben dann einen Durchmesser von 7—8 Zollen. Die Harzung besteht auf Sumatra einfach darin, dass in die Rinde Einschnitte gemacht werden. Die besten Producte erhält man in den ersten drei Jahren der Benutzung eines Baumes. Nach 10—12 Jahren liefern die Bäume ein so dunkles und wenig riechendes Harz, dass dasselbe nicht mehr zur Handelswaare werden kann. — Auch nach Duplessy

---

1) Miquel, Sumatra, p. 72 ff.

2) Duplessy l. c. II. p. 352.

3) The history of Sumatra. London 1811.

werden die Producte der späteren Ernten dunkler. — Nach Miquel werden die Benzoëbäumchen jährlich vier Mal angeschnitten.

Die Untersuchungen, welche ich über die Entstehung des Benzoëharzes in den Geweben der Stammpflanze anstellte, haben die bemerkenswerthe Thatsache ergeben, dass das Harz der Benzoë nicht aus einem bestimmten, sondern aus mehreren verschiedenen Geweben hervorgeht. Die Hauptmasse des Harzes entsteht in der Mittelrinde. Hier ist auch die Entstehungsstätte der Zimmtsäure zu suchen. Aber auch aus den Markstrahlen des Holzes und Bastes entsteht ein Theil des Harzes, und selbst die Aussenrinde nimmt Antheil an der Bildung des Benzoëharzes, sofern nämlich hier die Hauptmasse des Farbstoffes gebildet wird [1].

Im Handel erscheint die Benzoë entweder in Form loser, homogener Stücke (Thränen) oder als Mandelbenzoë. Letztere besteht aus einer porösen oder von Aussehen colophoniumartigen Grundsubstanz, in welcher runde, glattbegrenzte homogene Körner (Mandeln) von lichter Farbe eingebettet sind. Grundsubstanz und Mandeln bestehen sowohl aus isotroper als anisotroper Substanz: erstere prävalirt. In einigen Sorten ist die anisotrope Substanz deutlich krystallisirt. Die Mandeln sind milchweiss, nicht selten etwas gelblich, fleischröthlich oder bräunlich gefärbt. Die Grundmasse ist dunkel, meist loh- oder chocoladebraun gefärbt. Der Geruch ist nicht bei allen Benzoësorten derselbe. Der Geschmack ist aromatisch, stets etwas süsslich und kratzend. In geringeren Sorten finden sich häufig Reste von Pflanzengeweben.

Im Handel unterscheidet man seit langer Zeit nach dem Aussehen drei Benzoësorten, nämlich Thränen-, Mandel- und gemeinen oder Blockbenzoë.

Benzoë in Thränen. Diese Sorte bildet lose, thränenförmige, oder platte und etwas gewölbte Stücke (Siambenzoë). Anfänglich sind die Thränen reinweiss, später werden sie gelblich, röthlich oder sogar bräunlich; behalten dabei aber ihr oopalartiges Aussehen. Frisch aufgebrochene sind, wenn aussen auch tief gefärbt, im Innern sehr häufig noch reinweiss.

Mandelbenzoë. Die Mandeln dieser Sorte stimmen mit den Thränen der erstgenannten Sorte überein. Ihre Länge beträgt meist 0.5—1 Centimeter. Seltener gleichen sie in der Grösse den Thränen und messen dann 2—3 Centim. Die Grundsubstanz ist röthlichbraun gefärbt und feinkörnig. Sowohl die Grundsubstanz als die Mandeln sind ziemlich reich an krystallisirter Substanz. In den Mandeln einiger

1) Näheres über die Anatomie des Stammes von *Benzoïn officinale* und über die Entstehung des Harzes in den Geweben der Stammpflanze s. Wiesner, Mikr. Unters. p. 89 ff.

Sorten sind Krystalle nachweisbar. Die besten Arten von Mandelbenzoë kommen aus Siam.

Die gemeine Benzoë ist ihrer Structur nach eine Mandelbenzoë, unterscheidet sich aber von der vorher beschriebenen Sorte durch die dunkle Farbe und dadurch dass sie minder rein ist und in grossen Blöcken in den Handel gebracht wird, weshalb sie auch den Namen Blockbenzoë führt. Im Innern ist diese Sorte reichlich mit Pflanzenresten durchsetzt. Aeusserlich zeigt sie entweder den Abdruck von Monocotylen-Blättern, oder Packtuch, je nachdem sie in sogenanntem Schilf oder in Jutesäcken dem Transporte übergeben wurde. Die Mandeln sind, wenigstens aussen, von dunkler, bräunlicher Farbe. Die Grundsubstanz bildet eine theils körnige, theils colophoniumartige und dann häufig von ziemlich grossen Poren durchsetzte Masse. Die Menge der Mandeln ist bei dieser Sorte kleiner als bei der vorigen. In den Mandeln kömmt mehr anisotrope Substanz als in der Grundsubstanz vor. Hier erscheint die anisotrope Substanz zum grössten Theile in Form nadelförmiger oder prismatischer Krystalle von Benzoësäure. Die gemeine Benzoë kömmt über Calcutta in den europäischen Handel, weshalb sie häufig auch Calcutta-Benzoë genannt wird.

Seit etwa 15 Jahren bringt man eine grosse Menge von Benzoë aus Sumatra in den europäischen Handel, die Penang- oder Sumatrabenzoë. Auch diese Sorte hat Mandelstructur. Die Mandeln sind von schmutziggelber Farbe, die Grundsubstanz ist chocoladebraun und wenig glänzend. Im Geruche unterscheidet sich die Benzoë von Sumatra sehr auffällig von den übrigen Sorten. Ihr Geruch ist nämlich dem des Storax nahe verwandt. Sowohl in den Mandeln als in der Grundmasse erscheint die anisotrope Substanz nur in Form von Krystallen. Sie kömmt, in Holzkübeln eingegossen, in den Handel; deshalb fehlen ihr äusserlich die für die gemeine Benzoë so characteristischen Abdrücke. Pflanzentheile sind in dieser Sorte nur selten anzutreffen.

In neuerer Zeit wird von den Engländern auch in Singapore Benzoë dargestellt. Diese Sorte ist durch einen angenehmen vanilleartigen Geruch ausgezeichnet. Die besten Qualitäten derselben sind schöne Mandelbenzoë, mit milchweissen, aussen etwas fleischfarbigen Mandeln und lohbrauner Grundsubstanz. In den Mandeln erkennt man unter dem Mikroskop nach kurzer Einwirkung von Weingeist spiessige Krystalle von Zimmtsäure.

In neuerer Zeit wird auch in Brasilien (Bahia formosa) aus *Benzoïn officinale* Benzoë gewonnen und soll bereits einen erheblichen Handelsartikel bilden [1]).

---

1) Das Kaiserthum Brasilien bei der Pariser Ausstellung. Rio de Janeiro 1867 p.81.

Die Benzoësorten schmelzen gewöhnlich zwischen 80 und 90° C.; die Siambenzoë schon bei 75° C. Die Grundsubstanz hat stets einen höheren Schmelzpunct als die Mandeln derselben Sorte.

Die Benzoësorten bestehen aus harzartigen Körpern, aus Benzoësäure, welche in manchen Sorten ganz oder theilweise durch Zimmtsäure ersetzt wird, ferner aus Farbstoff. Die Menge von Zimmt- oder Benzoësäure beträgt 12—20 Proc. In den besten Benzoësorten von Sumatra und Singapore kömmt nur Zimmtsäure vor. Mittlere Sorten führen beide Säuren. In den geringsten findet sich bloss Benzoësäure. Die durch eine schöne weisse Farbe ausgezeichnete Benzoë von Siam enthält Benzoësäure und keine Zimmtsäure, wie Aschoff zuerst zeigte[1]) und Flückiger[2]) bestätigte. Die wichtige Entdeckung Hlasiwetz', dass sich aus Bittermandelöl das Harz der Benzoësäure darstellen lässt, hat die Frage aufgeworfen, ob in der Benzoë nicht Bittermandelöl vorkomme. Die Untersuchung hat jedoch ein negatives Resultat ergeben. Ich habe auch Blätter, Blüthen, Früchte, Rinde und Holz von *Benzoïn officinale* freilich nur im getrockneten Zustande auf Bittermandelöl geprüft, jedoch ohne Erfolg.

Man hat in der Benzoë drei Harze aufgefunden, ein α-, β- und γ-Harz. Die beiden ersteren sind in Alkohol löslich; das dritte kann durch eine kochende Lösung von kohlensaurem Natron ausgezogen werden. Die drei Harze, deren chemische Constitution indess noch näher zu erforschen bleibt, haben untereinander eine grosse Aehnlichkeit[3]).

Die Benzoë wird in der Parfumerie in ausgedehntem Massstabe verwendet, und zwar zur Reinigung thierischer Fette, welche zur Aufnahme von Blüthengerüchen bestimmt sind, ferner zu wohlriechenden Essenzen, Pomaden u. s. w. Sie wird ferner benutzt zur Darstellung von Benzoësäure und Anilinblau. In neuerer Zeit findet sie auch im Zeugdruck Verwendung.

20) Drachenblut.

Ueber die Abstammung dieser Drogue ist man noch nicht völlig im Klaren.

Als Stammpflanzen dieses Harzes werden genannt: *Dracæna Draco* (canarische Inseln und Socotora); *Dæmonoropos accedens* (Sumatra, Padang); *Dracæna australis* (?) (Indien — ?); *Dalbergia monetaria* (Surinam); *Pterocarpus santalinus* und *indicus* (Indien); *Pt. Draco* (Westindien);

---

1) Chem. Centralblatt 1861, p. 650.

2) Pharmakognosie, p. 63.

3) Die vielen Untersuchungen über diese Harze finden sich zusammengestellt bei Gmelin l. c. p. 1795 ff.

Croton Draco (Mexiko); *C. hibiscifolius* (Neugranada) und *Calamus Draco* (Hinterindien, Molukken, Sumatra)[1]).

Die in der Literatur oft anzutreffende Angabe, dass ein Theil des ostindischen Drachenblutes von Pterocarpus-Arten herrührt, scheint nicht begründet zu sein. Nach brieflichen Mittheilungen, die ich Herrn Dr. Krausse (Singapore, 1870) verdanke, ist es weder ihm, noch dem um die Kenntniss der indischen Droguen so verdienten Schomburgh gelungen, die Gewinnung von Drachenblut in Indien von Pterocarpusarten zu beobachten, oder auch nur irgend welchen Anhaltspunct zu finden, der die Herleitung auch nur eines Theils des indischen Drachenblutes von diesen Gewächsen wahrscheinlich machen würde[2]).

Zweifelsohne hat für den gegenwärtigen Handel bloss das von *Calamus* (*Dæmonorops*) *Draco* gewonnene Drachenblut Bedeutung; canarisches und westindisches Drachenblut scheinen aus dem europäischen Verkehre völlig verschwunden zu sein. Die Drachenblutsortsn der übrigen Länder dürften wohl stets nur eine locale Benutzung gefunden haben. So wird beispielsweise die kleine Menge von Drachenblut, welche aus den Früchten von *Dæmonorops accedens* hervordringt nur in Padang benutzt um den Rottang (Stuhlrohr, spanisches Rohr) bräunlich zu färben[3]).

Im Nachfolgenden ist blos vom Harze des *Calamus Draco* die Rede, welches im Handel häufig den Namen ostindisches Drachenblut führt. Das Drachenblut wird aus den Früchten dieser Palme dargestellt. Die einfachste Gewinnungsweise des Drachenblutes besteht darin, dass man die reifen Früchte des Baumes über freiem Feuer erhitzt, wobei eine breiige Harzmasse zwischen den Schuppen hervordringt, welche man in Stangenform bringt, und mit verschiedenen Monocotylen-Blättern umhüllt; die so gewonnene Sorte kömmt als Stangendrachenblut in den Handel. Die rückständigen vom Harz durchdrungenen, erweichten Theile der Frucht werden auch zusammengeknetet und bilden eine geringere Sorte von Drachenblut. — In einigen Gegenden Indiens geht man rationeller vor. Man sammelt vorerst die zwischen den Schuppen der Frucht freiwillig herausgetretenen Harzkörner und knetet sie zu Kugeln zusammen, welche eine ausge-

---

1) Vgl. Duplessy l. c. T. IV; Duchesne l. c. p. 267; Miquel Fl. v. Nederl. Indië I, p. 135 und III. p. 95; Miquel, Sumatra p. 254 und 591; Scherzer, Reise der öster. Fregatte Novara II. p. 179; Berg, Pharm. Waarenkunde p. 583; Cat. des col. fr. pr. 73. Die hier enthaltene Angabe, dass ein Theil des indischen Drachenbluts von *Dracæna australis* herrührt, scheint auf einem Irrthum zu beruhen. Ich finde als *Dracæna australis* nur eine von Hooker aufgestellte Species (*D. a. Hook.* = *D. obtecta Graham*, = *D. Dracænopsis Planch.* = *Cordyline australis Endl.*), die nur in Neuholland aufgefunden wurde.

2) S. Wiesner, Mikr. Unters. Drachenblut von Socatora. p. 91 ff.

3) Miquel, Flora von Nederl. Ind. III. p. 95.

zeichnete Drachenblutsorte repräsentiren. Diese Kugeln werden mit Baststücken oder Streifen, die aus Monocotylen-Blättern geschnitten wurden, nach mehreren sich kreuzenden Richtungen überbunden. Diese beste, indess vielen Verfälschungen ausgesetzte Drachenblutsorte führt den Namen Drachenblut in Thränen. Nunmehr werden die Früchte mit heissen Wasserdämpfen behandelt, wobei eine lebhaft rothe Harzmasse hervortritt, die in Kuchenform gebracht und als Drachenblut in Kuchen in den Handel gesetzt wird. Vom Rückstand werden entweder sogleich die erweichten, von Harz durchsetzten Stücke zusammengeknetet und bilden das Drachenblut in Massen, oder es werden die Früchte vorerst noch über freiem Feuer erhitzt, wobei eine dunkle, schwarzröthliche Masse austritt, die man durchseiht und zu Stangendrachenblut formt. Der nunmehr erhaltene Rückstand giebt nur eine sehr schlechte Sorte von Drachenblut. — Auf Sumatra (Djambi und Palembang) lässt man die »Nüsse« (Miquel) von *Calamus Draco* so lange an den Stämmen, bis das daran haftende Harz völlig trocken geworden ist. Hierauf nimmt man die Früchte ab und schüttelt sie in einem Sacke tüchtig durch, wobei das spröde, brüchige Harz abfällt und von den Früchten durch Siebung getrennt wird. Die so gewonnenen Harzkörner werden sodann durch Sonnenhitze oder heissen Wasserdampf zusammengeschmolzen und entweder in Thränen- oder Stangenform gebracht. Zur Umhüllung für beide Sorten nimmt man auf Sumatra blos Blätter von Licula-Arten (*L. elegans Bl.* und *L. nana Bl.*). Geringere Sorten von Drachenblut gewinnt man dort durch Auskochen von zerpressten Früchten[1]).

Wie die Angaben über die Gewinnungsweise des Drachenblutes lehren, bezeichnen die Namen Thränen- und Stangendrachenblut wohl nichts anderes als die Form der Producte, die je nach der Gewinnungsweise höchst verschiedene Güte besitzen.

Die besten Drachenblutsorten erscheinen homogen, tiefroth, manchmal fast schwärzlich, die geringeren sind ziegelroth, die schlechtesten von derselben Farbe und mit Pflanzenresten durchzogen, welche schon für das freie Auge kenntlich sind. Die erstgenannten haben einen blutrothen Strich. Alle Sorten erscheinen dem freien Auge undurchsichtig, schmecken etwas süsslich und ihre harzigen Antheile zerfallen gekaut in eine mehlige Masse. Ihre Dichte beträgt 1.2, manchmal etwas darüber (beste Sorten), manchmal etwas darunter (geringe Sorten). Die geringen Sorten zeigen nicht selten Mandelstructur, indem in einer feinkörnigen Grundmasse rundliche, etwa hirsekorngrosse

1) Miquel, Sumatra, p. 79.

Körner eingebettet sind. An diesen Sorten habe ich manchmal kleine grünliche, glasig aussehende Partien gesehen, über deren Natur ich nicht in's Klare kommen konnte.

Im Mikroskop erscheinen grössere Splitter der guten, tiefrothen Drachenblutsorten bei 300 lin. Vergrösserung im durchfallenden Lichte deutlich roth gefärbt und selbst die kleinsten, bei dieser Vergrösserung noch wahrnehmbaren Splitter lassen noch deutlich Farbe erkennen. Diese kleinsten Splitter erscheinen aber nicht roth, sondern gelb. In Wasser suspendirt zeigen sie lebhafte Molekularbewegung. Selbst in den besten Drachenblutsorten kann man mit Zuhülfenahme des Mikroskops noch pflanzliche Gewebsreste nachweisen. Am raschesten kömmt man zum Ziele, wenn man grobe Splitter des zu prüfenden Harzes auf der Objectplatte mit Weingeist behandelt. Die Gewebsreste sind aber in diesen Sorten gewöhnlich soweit desorganisirt, dass man sie wohl als solche erkennt, aber nicht mehr auf eine bestimmte Gewebscategorie zurückführen kann. Manchmal findet man indess darin ganz wohl erhaltene Fragmente von Netz- und Spiralgefässen. — Grosse Splitter der geringen Sorten haben bei 300 lin. Vergrösserung eine gelbbraune Farbe. Die bei dieser Vergrösserung eben noch deutlich wahrnehmbaren Körnchen sind aber farblos. Mit Weingeist ausgezogene und dann mit verdünnter Chromsäure behandelte Splitter lassen noch zahlreiche, zum Theil noch wohlerhaltene Gewebsantheile und Zellen erkennen, nämlich Oberhaut-, bastartige und sog. Steinzellen, ferner Fragmente von Ring-, Spiral- und Netzgefässen. Alle diese Gewebe stammen aus der Frucht von *Calamus Draco*.

Im Polarisationsmikroskop erweist sich die harzige Substanz des Drachenbluts einfach lichtbrechend und nur die Gewebsreste erscheinen doppelt lichtbrechend.

Das Drachenblut löst sich in Weingeist, Alkalien und Essigsäure leicht, in Aether schwer, in Kalkwasser nur unvollständig auf[1]). Es besteht der Hauptmasse nach (bis zu 90 Proc.) aus einem intensiv roth gefärbten Harze, dem Drachenblutstoff (Dracin), ferner führt es Benzoësäure, oxalsauren und phosphorsauren Kalk und Zellstoff.

In verschiedenen Sorten des Drachenbluts scheint das rothe Harz nicht immer von derselben Zusammensetzung zu sein. Johnston[2]) fand in einer geringen, von Pflanzenresten durchsetzten Drachenblutsorte zwei verschiedene rothe Harze von der Zusammensetzung $C_{20}H_{20}O_4$ und $C_{20}H_{21}O_4$. Das rothe Harz der reineren Sorten hatte einen geringeren Kohlenstoffgehalt.

---

1) Gmelin l. c. p. 1797.

2) Philos. Transact. 1839. p. 134 und 1840. p. 384.

Das Drachenblut wird zur Bereitung von rothen Weingeistfirnissen und anderen gefärbten Firnissen, besonders stark zur Tischlerpolitur verwendet. Es findet auch medicinische Benutzung.

Das Drachenblut ist vielen Verfälschungen ausgesetzt. Schon Rumphius giebt an, dass man in Indien das Drachenblut mit Wachs verfälscht [1]. Dammar schien auf Sumatra häufig zu Drachenblut zugesetzt worden zu sein. Nach der von Marsden [2] gegebenen Beschreibung der dortigen Drachenblutgewinnung, wird diesem Harze weisser Dammar mittelst heissem Wasser zugeschmolzen. Auch Gummi, das mit Fernambuk gefärbt wurde, soll dem Drachenblute zugesetzt werden [3].

21) Die Xantorrhoea-Harze.

Hierher gehören jene Harze, die unter dem Namen Akaroïdharz, Botanibaygummi, Grass-tree Gum, Nuttharz, Erdschellack etc. in neuerer Zeit in den Handel gebracht wurden.

Alle diese Harze stammen von einigen australischen Asphodeleen und zwar von mehreren Species der Gattung Xantorrhoea. Man kann füglich zwei Arten von Xantorrhoeaharzen unterscheiden, nämlich ein rothes und ein gelbes.

1) Rothes Xantorrhoeaharz (Nuttharz, rothes Akaroïdharz, Grass-tree Gum z. Th., im Wiener Handel Erdschellack genannt). Die mir vorliegenden Proben stammen von *Xantorrhoea australis.* Ich halte diese südaustralische Pflanze für die einzige Stammpflanze des rothen Akaroïdharzes des Handels. Auch von *X. arborea* wird behauptet, dass sie rothes Harz liefert. Diese Pflanze wird aber auch als eine der Stammpflanzen des gelben Akaroïdharzes angesprochen.

Das rothe Xantorrhoeaharz bedeckt die schenkeldicken Stämme der *Xantorrhoea australis*, soviel ich selbst gesehen habe, in Lagen, welche eine Dicke von 2—4 Centim. haben. Die Stücke lassen sich von den Stämmen leicht abheben.

In der Farbe nähert sich diese Drogue unter allen Harzen am meisten dem Drachenblut, doch unterscheidet sie sich durch die Lebhaftigkeit des Glanzes, durch die stark in's Braun geneigte Farbe, ferner durch den in orange ziehenden Strich von diesem. Von allen übrigen Harzen unterscheidet es sich aber durch die schon dem freien Auge theilweise kenntlichen morphologischen Verhältnisse. Die peripheren Gewebe der Xantorrhoea-Stämme verharzen nämlich nicht

1) Miquel, Sumatra, p. 79.
2) Flor. Neder. Ind. III. p. 97.
3) Chevallier, Dict. des alter. et falsif. etc. II. p. 288.

völlig; ein Theil bleibt fast unverändert zurück, ist aber doch noch so stark vertreten, um den auf den Stämmen aufliegenden Harzplatten eine sehr bestimmt ausgesprochene Structur zu geben, welche in beistehender Figur ersichtlich gemacht ist.

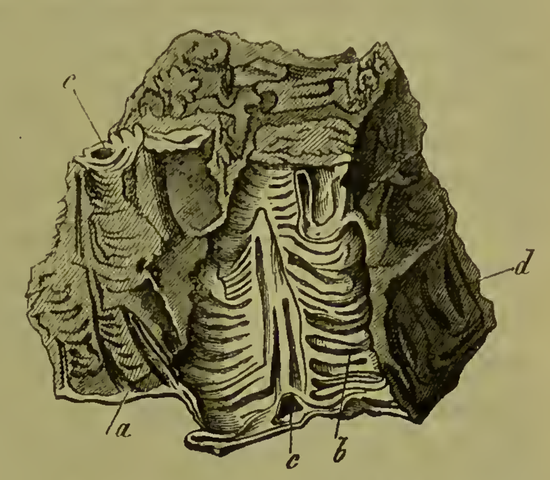


Fig. 21. Natürliche Grösse. Rothes Akaroïdharz aus Australien. *a* unterste, oxalsauren Kalk führende Gewebsschichten, *b* verharzte Gewebsschichten, *c* verharzte Gewebsstränge, *d* homogen erscheinendes Harz.

Die Seite, mit welcher die Stücke am Stamme befestigt waren, ist nur sehr wenig gewölbt, die entgegengesetzte Seite ist an jedem Stücke des Harzes höckerig, an angebrochenen Stellen muschelig. Die verharzten Partien haben einen schwachen benzoëartigen Geruch und einen unangenehmen characteristischen, nebenher an Zimmt erinnernden Geschmack.

Die untere flache Seite der Harzstücke ist grauweis, gar nicht verharzt und besteht aus fast unveränderten parenchymatischen Ge-

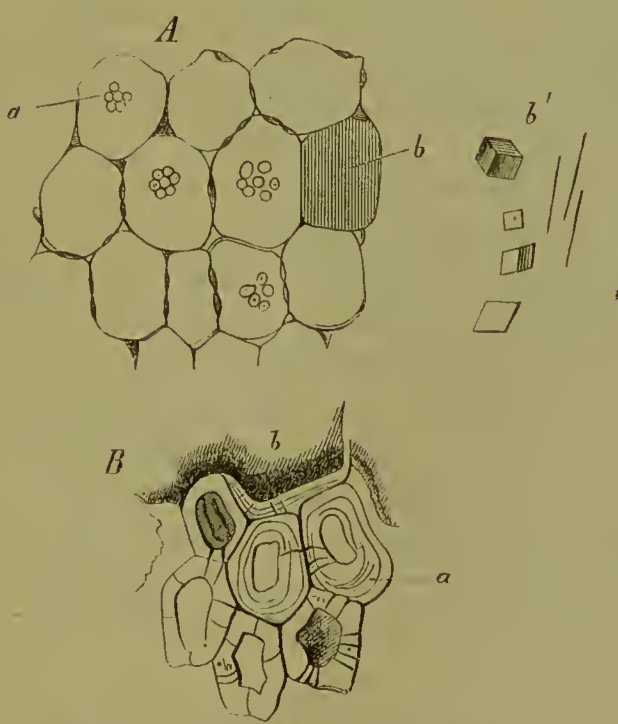


Fig. 22. Vergr. 200. *A B* Gewebsreste aus dem rothen Akaroïdharze. *A* Stärke und oxalsauren Kalk führendes Gewebe von der flachen Unterseite des Harzes, mit der letzteres dem Stamme auflag. *a* Stärkekörnchen, *b b'* Krystalle von oxalsaurem Kalk. *B* Harzsplitter, mit Alkohol behandelt. *a* in Verharzung begriffene Steinzellen, *b* völlig verharztes Gewebe.

weben, sie ist in Folge dessen schneidbar. In dieser, aussen weisslichen, innen bräunlichen Partie kann man viererlei histologische Ele-

mente unterscheiden, nämlich tangential abgeplattete, sehr dünnwandige Zellen mit Stärke- und Chlorophylleinschlüssen, minder deutlich abgeplattete inhaltslose Parenchymzellen, dazwischen stärker verdickte, mit Krystallen von oxalsaurem Kalke erfüllte Parenchymzellen, endlich sogenannte Steinzellen mit dicken, gelbbraunen Wänden und rothen Harzmassen als Zellinhalt. Die Zellen der ersten Kategorie sind im Mittel 0.065 Millim. breit und 0.022 Millim. dick. Die krystallführenden Zellen und die Steinzellen haben eine mittlere Länge von 0.1 mm. Die Steinzellen sind auch in der völlig verharzt erscheinenden Masse nachweisbar und es ist unverkennbar, dass sie mit in die Harzmetamorphose hineingezogen wurden. Die an der flachen Unterseite auftretenden Parenchymzüge analoger Gewebe durchziehen in paralleler Richtung die Harzmasse. Halbverharzte, manchmal unverharzte, braune, zähe, prosenchymatische Gewebsstränge durchziehen die dichte Harzmasse in auf die parenchymatischen Gewebsschichten senkrechter Richtung. — Die Oberseite der Harze scheint völlig verharzt zu sein. Behandelt man aber Splitter, welche dieser Partie des Harzes entnommen sind, mit Alkohol, so kann man darin fast noch immer Gewebsreste constatiren. — Da sich im rothen Xantorrhoeaharz alle Uebergänge von unveränderten Zellen bis zum homogenen Harze nachweisen lassen, namentlich an den Steinzellen, so ist wohl nicht zu bezweifeln, dass dasselbe aus peripheren Gewebspartien des Xantorrhoeastammes durch chemische Metamorphose hervorgeht [1]).

Kleine, millimeterdicke Splitter des rothen Xantorrhoeaharzes erscheinen dem freien Auge bei Betrachtung im durchfallenden Lichte rubinroth. Mikroskopische Splitter sind, je nach ihrer Dicke, blassgelb bis goldgelb gefärbt. Im Wasser suspendirte kleine Splitter dieses Harzes zeigen fast gar keine Molekularbewegung.

Die völlig verharzten Partien dieses Harzes sind isotrop.

2) Gelbes Xantorrhoeaharz (Botanybayharz, gelbes Akaroïdharz, Grass-tree Gum z. Th., Blackboygum, resina lutea novi Belgii). Das von mir untersuchte Harz aus Neusüdwales, mit den Handelsproben übereinstimmend, stammte von *Xantorrhoea hastilis Sm.* Doch wird auch *X. arborea* als Stammpflanze dieses Harzes genannt, was noch weiter zu untersuchen bleibt.

Dieses Harz bildet runde oder etwas längliche, bis 3 Centim. im Durchmesser haltende Stücke. Im frischen Zustande ist die Farbe isabellgelb und zieht etwas in's Leberbraune, so dass die Stücke an Gummigutt erinnern; bei längerer Aufbewahrung bedecken sich die

---

1) Wigand, Die Desorganisation der Pflanzenzellen. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botanik. 1863. Bd. III. p. 167.

Harzkörner mit einer tief rothbraunen Schicht. Dieses Harz unterscheidet sich von dem rothen Xantorrhoeaharz nicht nur durch die Farbe, sondern auch in der Structur. Jenes Verschmelzen völlig verharzter Partien mit noch unverharzten, zum Theil noch wohlerhaltenen Gewebe, kömmt am gelben Harze nicht vor; hingegen ist es, wenn gleich durch und durch aus Harz bestehend, nicht homogen, sondern theils blasig, theils von kleinen, gewöhnlich hirsegrossen Mandeln durchzogen. Man muss also bei diesem Harze, ähnlich wie bei der Benzoë, Grundmasse und Körner unterscheiden. Die Härte gleicht jener des rothen Xantorrhoeaharzes; es lässt sich mit dem Fingernagel nur schwer ritzen. Gepulvert ist das Harz gelb, in's Bräunliche ziehend. Der Geruch ist benzoëartig, erinnert aber ausserdem an die Blüthen des Flieders und der Orchis morio, der Geschmack ist aromatisch und etwas süsslich.

Obgleich das gelbe Xantorrhoeaharz dem freien und auch dem mit der Loupe bewaffnetem Auge durch und durch verharzt erscheint, so treten darin doch auch Gewebsreste im halbverharzten Zustande auf. Am leichtesten findet man dieselben, wenn man einen Splitter des Harzes auf der Objectplatte mit schwachem Alkohol behandelt. Starker oder gar absoluter Alkohol greift die, wie schon erwähnt, theilweise verharzten Wände dieser Gewebe zu stark an. Manche Zellwände haben nur Fetzenform, manche sind aber rundum wohlerhalten und zeigen dann entweder den Character von faserförmigen oder parenchymatischen Zellen. Letztere herrschen vor. Sie sind derbwandig, etwas abgeplattet, ihre Länge beträgt im Mittel 0.075, ihre Breite 0.016 Millim. Auf Zusatz von absolutem Alkohol lösen sich die harzigen Antheile völlig auf, von den Geweben bleiben nur wenig kenntliche Reste zurück, mit grosser Deutlichkeit erscheinen aber zahlreiche Krystallnadeln von oxalsaurem Kalk.

Millimeterdicke Harzstückchen sind nur am Rande etwas durchscheinend. Mikroskopische Harzsplitter erscheinen citrongelb, wenn sie etwa die Dimensionen eines grossen Weizenstärkekornes haben; kleinere Stücke, etwa von der Grösse eines Reisstärkekornes, sind aber nur merklich gelblich. Noch kleinere Splitter erscheinen farblos. Zerdrückt man einen Harzsplitter zwischen Objectträger und Deckglas, so verwandelt er sich zum Theil in eine pulverige Masse, zum Theil bildet er dünne Fetzen, welche letztere entschieden den eingeschlossenen Gewebsresten entsprechen. Selbst überaus kleine Splitter zeigen, in Wasser suspendirt, nur eine sehr träge, fast gar nicht wahrnehmbare Molekularbewegung. Im polarisirten Lichte betrachtet, erscheint ein Theil der harzigen Substanz doppelt lichtbrechend.

Ueber die chemischen Eigenschaften der Xantorrhoeaharze liegen

allerdings zahlreiche Untersuchungen vor, die aber meist nur einen geringen Werth haben, da leider aus vielen der angestellten Versuche nicht ersichtlich ist, ob sie sich auf das rothe oder gelbe Xantorrhoeaharz beziehen.

Durch Stenhouse[1]) wurde festgestellt, dass sowohl im gelben als im rothen Xantorrhoeaharz Zimmtsäure, Benzoësäure, ein ätherisches Oel und gefärbte Harze auftreten. Langier[2]) hat in einem der beiden genannten Harze Bassorin nachgewiesen. Die Oxydationsproducte, welche Hlasiwetz und Barth durch Behandlung des Harzes von *Xantorrhoea hastilis* mit schmelzendem Kali erhielten, wurde schon oben (p. 72) genannt.

Beide Xantorrhoeaharze werden zur Darstellung gefärbter Weingeist- und anderer Firnisse, besonders zum Ueberziehen von Metallgegenständen verwandt. Die Kali- und Natronseife dieser Harze wird zum Leimen des Papiers benutzt[3]). Hlasiwetz und Barth haben das Harz von *Xantorrhoea hastilis* zur Darstellung der Paraoxybenzoësäure, Stenhouse zur Darstellung von Pikrinsäure empfohlen.

1) Phil. Mag. 28, p. 440.
2) Ann. Chem. 76. p. 265.
3) Worlée, Dingler's polyt. Journ. Bd. 187. p. 377.

Dritter Abschnitt.

Die Kautschukgruppe.

In dieser Gruppe vereinige ich den Kautschuk mit allen jenen Rohstoffen des Pflanzenreiches, welche im physikalischen Verhalten diesem Körper gleichen oder nahestehen. Die physikalischen Eigenschaften des Kautschuks sind so merkwürdige und eigenartige, dass man wohl niemals im Zweifel sein wird, ob ein Pflanzenstoff in diese Gruppe gehört oder nicht. Bei allen bis jetzt bekannt gewordenen Körpern, welche in Bezug auf Festigkeit, Elasticität, Dichte, Quellungsfähigkeit, Löslichkeit, Resistenz gegen die Einwirkung der Atmosphäre und vieler Reagentien dem bekannten Kautschuk gleichkommen, hat sich auch eine grosse Uebereinstimmung in der chemischen Zusammensetzung ergeben, und die Gewinnung aller dieser Körper aus den Milchsäften der Pflanzen lässt eine gleiche Entstehung derselben im Pflanzenkörper vermuthen.

In diese Gruppe sind zu stellen die verschiedenen Arten von Kautschuk und Guttapercha und die Balata.

Die Körper der Kautschukgruppe sind bis jetzt nur aus Milchsäften abgeschieden worden. Es hat den Anschein, als würden in den meisten dieser Flüssigkeiten Kautschuk oder kautschukähnliche Körper vorkommen. Bis jetzt hat man sie nicht nur in den Pflanzen, welche Körper der Kautschukgruppe liefern, sondern auch in Pflanzen aus anderen Familien z. B. in Papaveraceen (*Papaver somniferum*, nämlich in einigen Opiumsorten) und in den milchenden Compositen (*Lactuca*, *Cichorium*, *Sonchus*) aufgefunden.

In grösserer Menge findet sich der Kautschuk und die ihm ähnlichen Substanzen in zahlreichen tropischen und subtropischen Pflanzen aus den Familien der Euphorbiaceen, Apocyneen, Asclepiadeen, Sapoteen, Lobeliaceen und Artocarpeen. Aber auch in vielen bei uns vorkommenden Repräsentanten aus jenen der ebengenannten Familien,

welche unserer Flora angehören, wahrscheinlich in allen, welche Milchsaft führen, finden sich dieselben Körper vor. Freilich ist die Menge des Kautschuks in den Milchsäften dieser Pflanzen eine geringe, und zudem enthalten letztere nur wenig Milchsaft, so dass diese Gewächse zur Ausnutzung auf Kautschuk sich gar nicht eignen[1]).

Uebersicht der Gewächse, welche Körper der Kautschukgruppe liefern.

1) Euphorbiaceen.

Siphonia elastica Pers.[2]) (= *Siphonia Cahuchu Willd.* = *Siphonia guianensis Juss.* = *Hevea guianensis Aubl.* = *Jatropha elastica L.*). — S. Kautschuk.

S. brasiliensis Willd. — S. Kautschuk.

Siphonia lutea Spruce. Brasilien, am untern Cassiquiare. — Kautschuk. Henkel, Naturerzeugnisse I. p. 261.

S. braifolia Spruce. Brasilien, am untern Cassiquiare. — Kautschuk. Henkel l. c.

Mabea Piriri Aubl. Guiana. — Kautschuk. Aublet, Plantes de la Guiana. Duchesne l. c. p. 305.

Omphalea cordata Swartz. Jamaika. — Kautschuk. Duchesne l. c. p. 306.

Sapium aucuparium Lam. (= *Hippomane biglandulosa L.*). Südamerika. — Kautschuk. Virey, Bulletin de pharmacie Juil. 1814. p. 329.

Commiphora madacascariensis Jacq. Madagascar. — Kautschuk. Virey l. c. p. 329.

Euphorbia picta Jacq. (= *Tithymalus pictus Haw.*). Südamerika. — Kautschuk. Duchesne l. c. p. 303.

E. antiquorum L., *E. nereïfolia L.* und *E. Tirucalli L.* Indien. Alle drei sollen guttaperchaähnliche Körper liefern, welche zur Verfertigung wasserdichter Zeuge dienlich sind. Cat. des col. fr. p. 75.

2) Apocyneen.

Urceola elastica Roxb. Indien. — Kautschuk. Roxbourgh, Asiat. Research. V. p. 157 und Flora indica III. p. 542 ff.

---

1) Um aus unserer *Euphorbia Cyparissias L.* einige Gramm Milch zu gewinnen, benöthigt man einige tausend Exemlare der Pflanze. S. Weiss und Wiesner, Beiträge zur Kenntniss des Milchsaftes der Pflanzen. Bot. Zeit. 1861. p. 41.

2) Die mit gesperrter Schrift gedruckten Namen beziehen sich auf Gewächse, die in Bezug auf die Gewinnung von Kautschuk, Guttapercha etc. Wichtigkeit erlangt haben.

Vahea gummifera Lam. (= *Faterna elastica Nor.* = *Vahea madagascariensis Boj.*). Madagascar. Wird in Java cultivirt. — Kautschuk. Bojer, Hortus Mauritianus p. 207. Miquel, Flora von Nederl. Indië II. p. 394.

Hancornia speciosa Gom. (= *Willughbeia speciosa Mart.*). Brasilien. Es ist dies der Baum *Mangabeira* der Brasilianer, welcher wohl eine ausgezeichnete Sorte von Kautschuk liefert, aber nicht gern angeschnitten wird, da sonst der Ertrag an den zum Genusse dienenden Früchten nur gering ausfallen würde. Das Kaiserthum Brasilien etc. p. 73.

Willughbeia sp. Der Baum wird westwärts von Bengal gepflanzt und liefert eine gute Sorte von Kautschuk. Roxburgh, Flora indica III. p. 542.

Pacouria guianensis Aubl. (= *Willughbeia guianensis Ræusch* = *W. scandens Willd.*). Guiana. — Kautschuk. Aublet l. c. Duchesne l. c. p. 111.

Apocynum cannabinum L. Nordamerika. — Kautschuk. Duchesne l. c. p. 107.

3) Asclepiadeen.

Calotropis gigantea. Indien. — Kautschuk. Cat. des col. fr. p. 74.

4) Sapoteen.

Isonandra Gutta Hook. Indien. — Guttapercha.

I. acuminata (?). Indien. — Guttapercha. Cat. des col. fr. p. 74.

Sideroxylon attenuatum DC. Ostindien und Philippinen. — Guttapercha. Miquel l. c. p. 1036.

Cocosmanthus makrophyllus Hassk. Java. — Guttapercha. Henkel l. c. p. 263.

Ceratophorus Leerii Hassk. (Azaola Leerii Teys. et Binend). Sumatra. — Guttapercha. Miquel l. c. p. 1038.

Lucuma mammosa Juss. (= *Sapota mammosa Gärt.* = *Achras mammosa L.*). Antillen. — Guttapercha. Henkel l. c. p. 263.

Sapota Mülleri Bleck. Guiana. — S. Balata.

Bassia sericea Blum. Java. — Guttapercha. Henkel l. c. p. 263.

Achras Balota Aubl. Guiana. — Guttapercha. Serres, Bonplandia 1859, p. 299.

A. dissecta Forst. Guiana. — Balata (?). Serres l. c. p. 184.

5) Lobeliaceen.

Lobelia Cautschuc Humb. Popayan (Neugranada). — Kautschuk. Kunth, Nova genera et species plant. (Voyage de Humboldt et Bonp. VII.) T. III. p. 304.

6) Artocarpeen.

Ficus elastica Roxb. (= *Urostygma elastica Miq.*). Indien. — S. Kautschuk.

F. indica L. (= *F. lancifolia Moench.*). Indien. — Roxburgh, Flora indica III. p. 542.

F. toxicaria L. Indien. Kautschuk. } Duchesne l. c. p. 314 ff.
F. verrucosa Vahl. Indien. »

F. elliptica Kunth. Neugranada. — Kautschuk. Kunth, l. c. T. II. p. 46.

F. prinoides Willd. (= *Urostygma prinoides Miq.*). Kautschuk von Guaduas, Ilorda und Santa-Fé de Bogota. Kunth l. c. T. II. p. 48.

F. Radula Willd. (= *Pharmakosycea Radula Miq.*). Brasilien. — Hooker, London Journ. of Botany VII. p. 64. Duchesne l. c. p. 314.

F. nymphæfolia Royen. (= *Urostygma nymphæfolia Miq.*). Südamerika. — Virey l. c. p. 329.

F. populnea L. Südamerika. — Virey l. c. p. 329.

F. benghalensis L. (= *Urostygma benghalense Gaspar.*). Indien — Kautschuk. Duchesne l. c. p. 314.

Urostygma Karet Miq. Indien. Liefert nach Miquel (Flora von Nederl. Ind. I. 2. p. 348) eine der besten Kautschuksorten.

Brosium alicastrum Swartz. Jamaika. — Kautschuk. Duchesne l. c. p. 313.

Cecropia peltata L. Guiana, Mexiko. — Kautschuk. Böhmer l. c. II. p. 372. Virey l. c. p. 329.

Artocarpus integrifolius L. fil. Indien. — Kautschuk. Roxburgh, Flora indica III. p. 542.

Castiloa elastica Cerv. Mexiko. — Kautschuk. Roxburgh l. c. p. 544.

Clarissa bifolia Ruiz et Pavon. Peru. — Kautschuk. Duchesne l. c. p. 314.

Cl. racemosa Ruiz et Pavon. Peru. — Kautschuk. Duchesne l. c. p. 314.

Von manchen Kautschuksorten kennt man die Stammpflanzen noch nicht. So wird z. B. in Brasilien von dem botanisch noch nicht gekannten Baume: *Mompiqueira* eine ausgezeichnete Kautschuksorte erhalten [1]). Das in Senegal gewonnene *Gomme de Kelle* oder die Guttapercha von *Galam* ist ebenfalls noch nicht auf die Stammpflanze zu-

1) Das Kaiserthum Brasilien etc. p. 72.

rückgeführt worden [1]). Die Herleitung dieses Körpers von einer *Ficus*-Art ist höchst zweifelhaft [2]). In Angola kennt man zwei Arten von Kautschuk, nämlich *Gomma elastica de Ilungo* und *G. e. d. Golungo alto*; erstere rührt nach den gewiss verlässlichen Angaben Welwitsch' von *Ficus elastica* her, letztere dürfte nach den Mittheilungen desselben Botanikers von einer Apocynee abstammen [3]). Es liessen sich noch mehrere derartige Beispiele anführen, da sie sich aber durchwegs auf Kautschuksorten beziehen, die im Handel noch nicht gekannt sind, oder doch nicht festen Fuss fassten, so scheint mir eine weitere Aufzählung derselben werthlos zu sein.

Die kautschukhaltigen Milchsäfte.

Es sind bis jetzt nur sehr ungenügende Untersuchungen mit frischem Milchsaft der Kautschuk- und Guttaperchabäume angestellt worden. Was wir über die kautschukliefernden Milchsäfte wissen, bezieht sich fast nur auf ein nicht mehr frisches Material, von tropischen Kautschukbäumen herrührend, und auf den Milchsaft unserer Euphorbien.

Faraday [4]) untersuchte einen Milchsaft, der aus Südamerika in verschlossenen Gefässen nach Europa gesendet wurde. Der Saft war gelb, hatte Rahmconsistenz, roch nach saurer Milch, gerann beim Erhitzen und durch Alkohol. Die Dichte betrug 1.01174 bei mittlerer Temperatur. Die chemische Untersuchung hat folgendes Ergebniss geliefert:

Kautschuk	31.70
Wachs und Bitterstoff	7.13
In Wasser lösliche, in Alkohol unlösliche Substanzen (Gummi?) . .	2.90
Gelöstes Eiweiss	1.90
Wasser, Essigsäure und Salze . .	56.37.

Da der Milchsaft in gut verschlossenen (versiegelten) Gefässen den Transport durchmachte, so dürfte die gefundene Wassermenge jener der natürlichen Milch nahe gekommen sein. Die stark saure Reaction des untersuchten Saftes ist gewiss nur eine Folge eingetretener Zersetzung. Frischer Milchsaft unserer Euphorbien hat nur eine eben merkliche saure Reaction, wird aber nach längerem Stehen stark sauer.

---

1) Cat. des col. fr. p. 73.

2) Vgl. österr. offic. Bericht über die Pariser Ausstellung. 1867. V. p. 500.

3) Welwitsch, Synopse explicative das amostras de madeiras e drogas de Angola etc. Lisboa 1862. p. 45.

4) Quart. Journ. of Science. Liter. and the Arts. XI. p. 19.

Wenn die chemischen Analysen, welche mit dem frischen Milchsaft unserer Euphorbien angestellt wurden, einen Schluss auf die kautschukliefernden Milchsäfte erlaubten, so müsste deren chemische Zusammensetzung jedenfalls eine complicirtere sein, als die von Faraday ermittelten Zahlen vermuthen lassen.

In den Milchsäften von *Euphorbia Cyparissias* und *L.* und *platyphylla L.* wurden folgende Körper aufgefunden: Wasser, Harz, Kautschuk, ätherisches Oel, Eiweiss, Gummi, gelbbraune extractive Substanz, Zucker, Stärkemehl, fettes Oel, Weinsäure, Apfelsäure, ein Chromogen und Mineralbestandtheile.

Die in grösserer Menge in den beiden Milchsäften enthaltenen Substanzen treten darin in folgenden Quantitäten auf:

	Euphorbia Cyparissias.	E. platyphylla.
Wasser	72.13	77.22
Harz	15.72	8.12
Gummi	3.64	2.15
Kautschuk	2.73	0.73 [1].

Der frische Milchsaft der *Euphorbia Cyparissias* hat bei mittlerer Temparatur eine Dichte von 1.0449, jener der *E. platyphylla* von 1.0468.

Nach Adriani[2]) erscheint der frische Milchsaft der Kautschuk- und Guttaperchabäume unter dem Mikroskop als helle Flüssigkeit, in welcher kleine Kautschukbläschen suspendirt sind. Die rohe Balata lässt, wie ich gefunden habe, noch die Kügelchen des Milchsaftes erkennen. Wahrscheinlich wird die rohe ungeknetete Guttapercha dasselbe zeigen.

Im Milchsafte unserer Euphorbien treten neben den überaus kleinen, auf Zusatz von Aether quellenden Kautschukkügelchen noch zahlreiche kleine stab- oder biskotenförmige Amylumkörnchen auf.

Die Milchsäfte unserer Euphorbien conguliren schon beim Stehen an der atmosphärischen Luft. Setzt man etwas Amoniak zu und rührt durch, so tritt kein Gerinnen ein. In derselben Weise verhält sich auch der Milchsaft der Kautschukbäume.

So wie die Milchsäfte unserer Euphorbien an der Luft ihre Farbe ändern und gewöhnlich röthlich werden, so scheinen auch die Milchsäfte der Kautschuk- und Guttaperchabäume erst in Berührung mit der Luft jene Färbungen (gelblich, röthlich) anzunehmen, die ihnen im unveränderten Zustande zugeschrieben werden.

Wenn der Milchsaft der Kautschukbäume sich selbst überlassen wird, so scheidet sich an seiner Oberfläche eine breiige Masse ab,

---

1) S. Weiss und Wiesner l. c. 1861. p. 41. 1862. p. 125.

2) Verhand. over de Guttapercha en Caoutschouc. Utrecht 1850.

welche durch Auswaschen und Pressen oder Kneten in eine zähe elastische Masse verwandelt werden kann. Das Congulum der Milchsäfte unserer Euphorbien bleibt grösstentheils im Serum suspendirt, lässt sich jedoch auch durch Kneten in eine zähe, in Fäden ausziehbare Masse verwandeln.

1) Kautschuk.

Diese in industrieller Beziehung so wichtig gewordene Substanz wurde seit undenklichen Zeiten von mehreren Indianerstämmen Brasiliens und Guiana's dargestellt und zu verschiedenen Zwecken, namentlich zur Verfertigung von Gefässen, Schuhen und Fackeln benutzt[1]. Auch die Urbewohner Ostindiens scheinen seit alter Zeit den Milchsaft von *Ficus elastica*, einer von den Kautschukbäumen Südamerikas völlig verschiedenen Pflanze, zur Verfertigung von Fackeln und zur Ausdichtung von Körben, die zur Aufbewahrung von Flüssigkeiten bestimmt sind, zu verwenden[2].

Wie bekannt, war La Condamine der erste, welcher in Europa die Aufmerksamkeit auf diese merkwürdige Substanz lenkte. Er beschrieb im Jahre 1751 in den Schriften der Pariser Akademie die Eigenschaften des südamerikanischen Kautschuks, und zwar jene Sorte, welche auch gegenwärtig noch die wichtigste von allen südamerikanischen Kautschuksorten ist. Sie rührte von einem Baume Guiana's her, der von Aublet als *Hevea guianensis* beschrieben wurde, aber heute als *Siphonia elestica* viel allgemeiner bekannt ist.

Bis zum Anfange unseres Jahrhunderts wurde der Kautschuk in Europa kaum zu etwas anderem als zum Auswischen von Bleistiftlinien verwendet, eine indess höchst werthvolle Eigenthümlichkeit des Kautschuks, auf die zuerst Magellan[3] aufmerksam machte, um derenthalben wohl Hunderte von Centnern dieses Körpers jährlich nach Europa gebracht werden. Vom Anfang unseres Jahrhunderts an hat sich die Verwendungsweise des Kautschuks ausserordentlich vervielfältigt, und seitdem es gelang den Hartkautschuk darzustellen und durch Vulkanisiren seine Elasticität innerhalb weiterer Temperaturgrenzen constant zu erhalten, wurde der Kautschuk vielen Klein- und Grossgewerben so nützlich, ja unentbehrlich, dass er wohl gegenwärtig zu den werthvollsten und wichtigsten industriell verwerthbaren Rohstoffen des Pflanzenreiches gehört.

---

1) Böhmer l. c. II. p. 370.

2) Roxburgh, Flora indica. Bd. III. p. 472 ff.

3) Böhmer l. c. II. p. 368. Hier auch Mittheilungen über viele im vorigen Jahrhunderte schon gemachte, damals nicht genügend berücksichtigte Vorschläge zur Verwendung des Kautschuks zu chirurgischen Instrumenten, Firnissen u. s. w.

Die Steigerung der Kautschukproduction bei möglichster Schonung der Bäume ist für die Länder, welche diesen Körper in den Handel setzen, von um so grösserer Wichtigkeit, als wohl wenige Rohstoffe existiren, die ihrer Eigenschaften wegen so schwer ersetzlich sind als Kautschuk und die nahe verwandten Körper Guttapercha und Balata.

Der in kurzer Zeit enorm gestiegene Verbrauch an Kautschuk hat die natürliche Folge gehabt, dass man in vielen Ländern der Tropenwelt sich bestrebte, Kautschuk zu produciren. Man trachtete dies auf zwei verschiedenen Wegen zu erreichen; durch Auffindung neuer Kautschukbäume und durch Acclimatisation der bekannten Bäume in anderen Ländern.

Die oben mitgetheilte Zusammenstellung der kautschukliefernden Bäume zeigt, wie erfolgreich sich der erstgenannte Weg erwies. Es sind wohl nicht alle dort aufgezählten Kautschukbäume — ihre Zahl beläuft sich auf mehr als dreissig — zur Herstellung des Handelsproductes von Wichtigkeit geworden, aber doch einige darunter, namentlich *Siphonia brasiliensis* in Brasilien, *Urceola elastica* und *Ficus elastica* in Ostindien und *Vahea gummifera* in Madagascar. Unter den drei zuletzt genannten steht *Ficus elastica* an Bedeutung obenan, und erreicht hierin fast die *Siphonia elastica*. Das Verdienst, den Kautschukfeigenbaum der Industrie dienstbar gemacht zu haben, gebührt dem berühmten Erforscher der indischen Flora Roxburgh. In seinem, der indischen Flora gewidmeten, hier oft citirtem Werke erzählt er, auf welche Art er zur Entdeckung des indischen Kautschuks kam. Im Jahre 1810 erhielt er von einem Mr. Rich. Smith aus Silhet einen mit Honig gefüllten Korb. Das Flechtwerk desselben war innen mit einer Substanz ausgedichtet, welche in allen ihren Eigenthümlichkeiten mit dem südamerikanischen Kautschuk übereinstimmte. Da Smith in seinem Schreiben an Roxburgh ausdrücklich bemerkte, dass der Korb innen mit dem Safte eines Baumes bestrichen sei, der auf den Bergen nordwärts von Silhet wild wächst, verfolgte Roxburgh die Sache, und machte den indischen Kautschukbaum ausfindig, den er als *Ficus elastica* beschrieb. Seit dieser Zeit wird der genannte Baum in Indien stark cultivirt.

Die Acclimatisation und Cultur der Kautschukbäume in fremden Ländern hat bedeutende Fortschritte gemacht. Namentlich wird *Ficus elastica* ausserhalb Indien stark cultivirt. So am indischen Archipel und in Nubien [1]. Auch in Angola wird aus diesem Baume eine Kautschuksorte (Gomma elastica de Hungo) gewonnen [2]. Die Stammpflanze des

1) Offic. österr. Bericht über die Pariser Ausstellung 1867. Bd. V. p. 499.
2) Welwitsch l. c. p. 45.

Kautschuks von Madagascar, *Vahea gummifera*, wird in neuerer Zeit auch auf Java cultivirt[1]).

Die Gewinnung des Kautschuks. Nur wenig Kautschuk wird gesammelt. In den Sumpfböden der südamerikanischen Urwälder findet man, wie von A. v. Humboldt zuerst mitgetheilt wurde, hin und wieder poröse, korkartige, elastische Massen, die durch Erstarrung von freiwillig ausgeflossenem Milchsaft verschiedener Bäume entstanden sind. Man nennt sie Dapicho oder Zapis, und verwendet sie wie Kork zum Verschliessen von Gefässen. Diese Kautschuksorte soll auch in den Handel gebracht werden. Die weitaus grössere Menge, wenn nicht aller Kautschuk, wird durch künstlichen Anschnitt der Bäume erhalten.

In Brasilien schneidet man die Stämme von *Siphonia elastica* in folgender Weise an. Einige Fuss über dem Boden wird in die Rinde ein horizontaler Kreisschnitt und von diesem aus, hoch nach oben hin, ein verticaler Einschnitt gemacht, dem nach unten zu mehrere schiefe Einschnitte angefügt werden. Die reichlich ausfliessende Milch wird in irdenen, oder mit Lehm ausgekleideten Holzgefässen, nicht selten in Calebassen gesammelt und entweder gleich auf Kautschuk verarbeitet, oder um das Gerinnen zu verhindern, mit Ammoniak versetzt und erst zu Hause in Arbeit genommen[2]). Aus Südamerika soll ein mit Ammoniak conservirter Milchsaft in neuerer Zeit in den Handel gesetzt werden, der erst in Europa zur Darstellung von Kautschukwaaren verwendet wird[3]). Dem brasilianischen Ausstellungsberichte zu Folge soll in Para die Kautschukmilch mit Salmiak, in Amazonas mit Ammoniakwasser behufs Conservirung versetzt werden. — Die frische oder conservirte Kautschukmilch wird auf kugelförmige oder anders geformte Thonformen, oder auf mit Lehm überstrichene Holzformen aufgestrichen und im Rauche verbrennender Fruchtschalen (gewöhnlich werden hierzu die Früchte von *Atalea funifera* oder in Ermangelung dieser die Früchte von *Mauritia vinifera* genommen) getrocknet[4]). Ist die aufgetragene Schicht fest geworden, so wird neuerdings Milchsaft aufgetragen, geräuchert und diese Proceduren so oft wiederholt, bis die Kautschuküberzüge die gewünschte Dicke erlangt haben. Die Loslösung der so gewonnenen Kautschukmassen macht keine Schwierigkeiten. Es werden entweder die Thonformen zerschlagen oder durch theilweisses Aufschneiden des Ueberzuges dessen

---

1) Miquel, Flora von Nederl. Indië. II. p. 394.

2) Das Kaiserthum Brasilien etc. p. 62 ff. — Dass Ammoniakwasser das Gerinnen verhindert, hat Johnson nachgewiesen. (S. Dingler, polyt. Journal. 130. p. 156.)

3) Nach Erkundigungen, die ich in England einziehen liess, ist Kautschukmilch kein Handelsgegenstand.

4) Das Kaiserthum Brasilien etc. p. 62.

Abnahme erleichtert. — In manchen Gegenden Südamerikas, z. B. in Equador, sammelt man den Kautschuk in Hohlgefässen an und räuchert ihn nach erfolgter Eintrocknung. — Durch das Räuchern erhält der südamerikanische Kautschuk erst seine eigenthümliche bräunliche Farbe.

In St. Salvador erzeugt man seit Anfang der Sechziger Jahre Kautschuk auf eine von der brasilianischen Gewinnungsmethode verschiedene Weise[1]. Der nach erfolgter Verwundung der Bäume erhaltene, in Holzgefässen gesammelte Milchsaft wird von herumschwimmenden Holztheilchen gereinigt, mit der doppelten Menge von Wasser versetzt und durchgeseiht. Man setzt nun nochmals frisches Wasser zu bis sich die Menge der Milch zu dem gesammten zugesetzten Wasser etwa so wie 1 : 4 verhält. Hierauf lässt man das Gemische durch 24 Stunden stehen, wobei sich der Kautschuk gleich Rahm an der Oberfläche der Flüssigkeit sammelt, zieht das trübe Wasser ab, und wiederholt den Zusatz von frischem Wasser nach je 24 Stunden so oft, bis es klar abläuft. Die Kautschukmasse wird sodann mit einer kleinen Menge von Alaun versetzt, worauf sie bald erhärtet und nun gepresst wird. Durch Trocknen im Schatten wird dieser Rohkautschuk schon zum Verkaufe tauglich.

In ähnlicher Weise wird auch der Kautschuk, der aus Karthagena in bis 50 Kgr. schweren Klumpen in den Handel kömmt, bereitet.

Der indische Kautschuk wird vorzugsweise von *Ficus elastica*, aber auch von *Urceola elastica* gewonnen. Weniger, aber ebenfalls guten Kautschuk giebt der Baum Luti An (*Willughbeia sp.*) und der Baum Sadalcova (*Melodinus sp.?*), die westwärts von Bengal cultivirt werden. Der Kautschuk von *Artocarpus integrifolia* und der von den übrigen Ficus-Arten (*F. religiosa*, *indica* u. s. w.) ist viel geringer. — Alte Bäume geben eine reichlichere Ausbeute als junge. Die Menge des Milchsaftes nimmt gegen den Gipfel des Baumes zu. Die von den höheren Stammtheilen herrührende Milch ist haltbarer als die von den unteren gewonnene. Behufs Kautschukgewinnung werden die Bäume durch Kreisschnitte verletzt, welche vom Grunde des Baumes an bis zum Gipfel in Entfernungen von je 25 Centim. der Rinde beigebracht werden. Der Saft fliesst sofort reichlich aus. Nach Ablauf von je 14 Tagen kann die Procedur mehrmals hintereinander wiederholt werden. Während der kalten Jahreszeit fliesst wohl mehr Saft aus als in der warmen Zeit, nämlich von März bis October; aber in diesen Monaten ist der Saft reicher an Kautschuk. Der Luft ausgesetzt gerinnt der Milchsaft und sondert sich in eine rahmartige, alsbald elastisch und fest werdende

1) Bulletin de la société d'encouragement. Juin. 1864. p. 366 ff.

Masse, und in eine schmutzige Molke. Die Milch von *Ficus elastica* liefert etwa 30 Gewichtsprocente Kautschuk[1].

Der indische Kautschuk wird in flachen Behältern einfach eintrocknen gelassen und nicht geräuchert. Er ist gelblich, bräunlich gefärbt, manchmal sogar weiss. Er kömmt in den Handel in Form von Platten von etwa 75 Centim. Länge, 25 Centim. Breite und einem bis mehreren Centim. Dicke. Kautschukplatten dieser Art, aussen dicht, innen poröse und noch Flüssigkeit enthaltend, nennt man im Handel auch Kautschukspek oder Speckgummi.

Die grössten Mengen des brasilianischen Kautschuks kommen aus Amazonas, Para, Ceará und Rio grande do Norte, die des ostindischen aus Assam und Singapore. Aus dem für die Ausfuhr von Kautschuk (Borachá) wichtigsten Hafen Brasiliens, aus Para, wurde i. J. 1864—1865 allein 3.5 Mill. Kgr. Kautschuk ausgeführt[2]. So viel betrug im Jahre 1865 die Einfuhr von Kautschuk nach England[3]. Madagascar liefert jährlich etwa 50000 Kgr.

Physikalische Eigenschaften. Die Färbung des käuflichen Kautschuks ist eine verschiedene. Die südamerikanischen, im Rauche getrockneten Sorten zeigen eine bräunliche oft bis in's Schwarze gehende Farbe, die von dem zum Auswischen der Bleistiftlinien dienenden Gummi elasticum her bekannt ist. Der Kautschuk von Madagascar, Nubien und Angola hat häufig eine bläuliche Farbe. Von den drei genannten Ländern kommen jedoch auch gelbliche und bräunliche Sorten in den Handel. Der indische Kautschuk ist weiss, gelblich oder bräunlich gefärbt. Der rothe Kautschuk von China ist ein durch Eintrocknung eines trocknenden Oels und Zusatz fester Substanzen erhaltenes Kunstproduct. — Der geräucherte Kautschuk ist auf frischer Schnittfläche fettglänzend. Der ungeräucherte hat stets ein beinahe mattes, glanzloses Aussehen. — Der Geruch des Kautschuks ist wohl nicht stark aber characteristisch und nicht leicht mit einem anderen, bekannten Geruch vergleichbar. — Ein Geschmack ist weder an den geräucherten noch ungeräucherten Sorten wahrnehmbar. — Die Dichte des Kautschuks beträgt nach Faraday 0.92; man hat jedoch auch schon eine Dichte bis 0.96 beobachtet[4] und bei der ausserordentlichen Schwierigkeit die Luft aus diesem Körper völlig zu vertreiben, dürfte selbst letztere Zahl noch zu niedrig sein. — Bis auf 0° abgekühlt behält er seine Elasticität. Einige Grade unter Null wird er unelastisch

1) Roxburgh l. c. III. p. 542 ff.
2) Das Kaiserthum Brasilien etc. p. 63.
3) Offic. österr. Bericht etc. V. p. 498.
4) S. Gerhardt, Org. Chemie. IV. p. 430.

und hart. — Wie Faraday zuerst fand, ist Kautschuk ein Nichtleiter der Elektricität und wird durch Reiben elektrisch. — Die Angabe, dass der Kautschuk für Wasser undurchdringlich sei, ist unrichtig. Payen, welcher zahlreiche physikalische und chemische Untersuchungen über diese Substanz anstellte [1]), hat gezeigt, dass dünne Abschnitte hiervon, einen Monat unter Wasser aufbewahrt, vom letzteren bis 26 Procente aufnehmen. — In Wasser ist der Kautschuk völlig unlöslich. Alkohol bringt ihn zur Aufquellung. Auch Terpentinöl, Schwefelkohlenstoff, Aether und Benzin, welche mit dem Kautschuk anscheinend ganz homogene Flüssigkeiten bilden, scheinen nicht, wie oft angegeben wird, eigentliche Lösungsmittel des Kautschuks zu sein. Payen's Untersuchungen haben es vielmehr wahrscheinlich gemacht, dass die genannten Flüssigkeiten diesen Körper ausserordentlich auftreiben und fein zertheilen, und nur theilweise auflösen. Von gelbem nicht geräuchertem Kautschuk löst wasserfreier Aether 66 Proc. auf. Chemisch reines Terpentinöl bringt 49 Proc. in Lösung. Die grösste Menge von Kautschuk löst sich in einem Gemenge von 6—8 Theilen absolutem Alkohol und 100 Theilen Schwefelkohlenstoff. Kautschuk aus *Ficus elastica* oder *Urceola elastica* ist nach Roxburgh in Cajeputöl löslich. — Auf 125° C. erhitzt geräth der Kautschuk in Fluss und nimmt Theerconsistenz an, wie Achard zuerst zeigte. In diesem Zustande hält er sich jahrelang unverändert [2]).

Mikroskopisches Verhalten. Nach Faraday ist der Kautschuk structurlos. Von organischer Structur ist am Kautschuk nicht das mindeste wahrzunehmen. Dennoch ist er nicht eine durch und durch gleichartige Masse wie etwa das arabische Gummi. Payen hat ihm ein unregelmässiges, netzförmiges Gefüge zugeschrieben, hervorgerufen durch unregelmässig vertheilte und unregelmässig gestaltete Poren. — Ich habe viele Kautschuksorten im Mikroskope untersucht von denen manche ein höchst unregelmässiges, netzförmiges Gefüge erkennen liessen; doch habe ich auch Sorten gefunden die selbst bei 1000facher linearer Vergrösserung keine Spur von Hohlräumen erkennen liessen, sondern aus grossen unregelmässigen runzeligen Blättern zusammengesetzt zu sein schienen. In den Kautschuk eingelagert finden sich verschieden grosse und verschieden lichtbrechende Körner. In einigen Sorten fand ich deutliche, wenn auch ziemlich stark gequollene Stärkekörnchen. In der geräucherten Sorte kommen überaus kleine theils durchsichtige, stark lichtbrechende, theils gänzlich undurchsichtig erscheinende Körnchen vor. Die Grundsubstanz erscheint licht bräunlich gefärbt. Durch Quellungsmittel verkleinern sich die Poren der Substanz und glätten sich die Runzeln

1) Compt. rend. 34. p. 2 ff. und 453 ff.
2) Gerhardt l. c. p. 430.

aus. — Alle von mir bis jetzt untersuchten Kautschuksorten erschienen zwischen den Nikols des Polarisationsmikroskopes in ausgezeichneten prismatischen Farben. Trockene Stücke zeigen die Erscheinung nicht so deutlich als unter Oel befindliche. Am schärfsten treten die Polarisationsfarben hervor, wenn man ein dünnes Kautschukplättchen zwischen zwei Objectplatten stark zusammenpresst.

Chemisches Verhalten. Nach den Untersuchungen Payen's besteht der Kautschuk der Hauptmasse nach aus einem in den Lösungsmitteln der Harze leicht löslichen dehnbaren und klebenden und einem hierin wenig oder nicht löslichen elastischen Körper. Ferner enthält er nach demselben Forscher noch kleine Mengen von Eiweisssubstanzen, Fett, ätherisches Oel, Farbstoff und Wasser. Nach Cloëz und Girard[1]) sind darin schwefel-, phosphor- und chlorhaltige Körper, welche bei der trockenen Destillation mitgehen, vorhanden. Der von den fremden Bestandtheilen gereinigte Kautschuk hat nach Payen die Zusammensetzung C_4H_7. Nach neueren Untersuchungen soll die Substanz des Kautschuks mit dem Dammaryl isomer sein.

An der Luft verändert sich der Kautschuk; seine oberste Schicht verliert ihre Elasticität und nimmt einen etwas spröden Character an. Nach Spiller[2]) nimmt Kautschuk, in Naphta gelöst und, auf Baumwollenzeug aufgestrichen, der Luft exponirt, Sauerstoff auf, und verwandelt sich in einen harzartigen Körper, der in Benzol löslich ist.

Frischer Kautschuk enthält, wie schon Faraday nachwies:

Kohlenstoff	Wasserstoff
87.2 Proc.	12.8 Proc.

Das aus Kautschuk dargestellte Harz besteht nach Spiller aus:

Kohlenstoff	Wasserstoff	Sauerstoff
78.25 Proc.	10.35 Proc.	11.40 Proc.

Bei der trockenen Destillation giebt Kautschuk: Kohlensäure, Kohlenwasserstoffe, darunter das von Himly[3]) aufgefundene Kautschin ($C_{10}H_{16}$), Kohlenoxydgas, ammoniakhaltiges Wasser, brenzliche Oele, und hinterlässt sehr wenig schwammige Kohle und beim Verbrennen etwas Asche.

Die meisten Säuren wirken bei gewöhnlicher Temperatur auf den Kautschuk nicht ein. Salpetersäure färbt den Kautschuk gelb und liefert hiermit Stickstoff, Kohlensäure, Blausäure und Oxalsäure[4]).

---

1) Compt. rend. 50. p. 874.
2) Chem. Centralblatt. 1865. p. 495.
3) Ann. der Chemie und Pharm. 27. p. 40.
4) Gmelin l. c. VII. p. 1765.

Kautschuk verbrennt mit hellleuchtender, russender Flamme.

Der Kautschuk findet als solcher Verwendung zum Auswischen von Bleistiftlinien, zur Verfertigung von wasserdichten Schuhen und anderen Bekleidungsstoffen, zu Pfropfen und Röhren für chemische Apparate; als vulkanisirter Kautschuk zu den verschiedenartigsten Bekleidungsgegenständen, zu Luftkissen u. s. w. Als Hartkautschuk (Ebonit) dient er zur Verfertigung zahlreicher Gegenstände, wie Kämme, chirurgische Instrumente u. s. w., die man früher aus Horn verfertigte, zu schwarzem Schmuck u. s. w. Ein sehr merkwürdiges Kautschukfabrikat sind die sogenannten künstlichen amerikanischen Schwämme. Geschmolzener Kautschuk dient zu Schmieren für luftdichten Verschluss. Gelöster Kautschuk wird zum Wasserdichtmachen von Zeugen der verschiedensten Art verwendet. Abfälle der Kautschukfabrikate und schlechte Sorten geben mit Leinöl und Korkfeile das zum Belegen feuchter Böden und Wände dienliche Kamptulicon u. s. w.

2) Guttapercha.

Dieser Substanz scheint eine weit beschränktere Verbreitung im Pflanzenreiche zuzukommen als dem Kautschuk. Man hat sie bis jetzt nur im Milchsafte der Sapoteen aufgefunden. Die Hauptmasse der käuflichen Guttapercha rührt von *Isonandra gutta* her, einem Baume Indiens und der Sundainseln.

Die Malayen kennen die Guttapercha seit langer Zeit und verwenden sie zu Heften und Griffen für Messer und Waffen und zu Axtstielen. Erst seit dem Jahre 1843 kömmt rohe Guttapercha nach Europa. Schon kurze Zeit nach ihrer Einführung hat sie sich ihrer kostbaren Eigenschaften wegen zu grosser industrieller Bedeutung aufgeschwungen.

Gewinnung der Guttapercha. Bevor die Guttapercha Gegenstand des europäischen Handels geworden war, gab man bei der Erzeugung dieses Körpers die Bäume preis. Man fällte sie, stellte sie auf Holzblöcke auf, machte in die Stämme zahlreiche Kreisschnitte und sammelte die in grossen Massen ausfliessende Milch in unterstehenden Gefässen auf. Dieses barbarische Verfahren richtete aber in Singapore, kurze Zeit nach der Einführung der Guttapercha nach Europa, eine solche Verheerung unter den Guttaperchabäumen an, dass man ernstlich daran ging, ein rationelleres Verfahren der Milchsaftgewinnung ausfindig zu machen [1]. Es zeigte sich alsbald, dass man die Guttaperchabäume genau so behandeln könne wie die indischen Kautschukbäume, und auf diese Weise nicht nur eine reichliche Saftausbeute erhält, sondern auch an einem und demselbem Baum die Saftgewinnung durch Jahre hindurch fort-

[1] Miquel, Sumatra p. 82.

setzen kann. Diese zweckmässige Methode der Abscheidung des Milchsaftes wird jetzt fast allgemein in Indien, auf Java, Borneo und Sumatra in Anwendung gebracht.

Frischer Guttaperchasaft scheidet seine festen Bestandtheile nicht wie die Kauschukmilch an der Oberfläche ab, sondern erstarrt zu einer porösen, schwammigen Masse. Selbst bei Aufbewahrung der Milch von *Isonandra gutta* in gut verschlossenen Flaschen tritt diese Erstarrung ein, wie Baumhauer[1]) zeigte. — Um die Guttapercha in jenen compacten Zustand zu bringen, in welchem sie im Handel erscheint, muss sie geknetet werden. Wie der Saft zu gestehen beginnt, wird er unter Zusatz von Wasser durchgeknetet, und um die Dichtigkeit zu erhöhen häufig auch gepresst. Im Handel kömmt die Guttapercha in Stücken vor, die ein Gewicht bis zu 10 und 20 Klgr. besitzen. Die rohe käufliche Guttapercha ist häufig mit Rinden- und Holzstückchen, selbst mit Erde und Steinchen verunreinigt und wird deshalb in den europäischen Fabriken nochmals durchgeknetet, nachdem man den Rohstoff durch heisses Wasser erweicht hat.

Physikalische Eigenschaften. Die rohe Guttapercha ist in ihren besten Sorten fast weiss, mit einem Stich in's röthliche oder gelbliche; z. B. die Sorte Padang. Mindere, gewöhnlich mit Rinde stark verunreinigte Sorten sind röthlich, oft ziemlich dunkel gefärbt z. B. die Sorte Riouw[2]). — Guttapercha ist geschmacklos, besitzt aber, namentlich in der Wärme, einen angenehmen, characteristischen Geruch. — Nach Adriani beträgt die Dichte 0.96—0.99; nach Payen[3]) soll sie im völlig luftfreien Zustande sogar schwerer als Wasser sein. — Guttapercha ist leicht schneidbar, was bekanntlich bei Kautschuk nicht der Fall ist. Bei gewöhnlicher Temperatur ist sie lederartig zähe, sehr biegsam, aber unvergleichlich weniger elastisch als Kautschuk. Bei 45° C. ist sie teigig, bei 45—60° C. lässt sie sich leicht in Fäden, Platten und Röhren ausziehen. — Sie wird durch Reiben elektrisch und ist ein schlechter Leiter der Elektricität und Wärme. — In wasserfreiem Alkohol und Aether ist die Guttapercha, selbst in der Wärme, nur theilweise löslich. Von Terpentinöl und Benzin wird sie in der Kälte nur wenig, in der Wärme vollständig aufgelöst. Die besten Lösungsmittel für Guttapercha sind Benzin und Schwefelkohlenstoff, welche diesen Körper schon bei gewöhnlicher Temperatur völlig in Lösung bringen.

Mikroskopisches Verhalten. Rohe, geknetete aber ungepresste

---

1) Journ. für practische Chemie 78. p. 277 ff.

2) Offic. österr. Bericht über die Pariser Ausstellung 1867. V. p. 500.

3) Compt. rend. 35. p. 109.

Guttapercha lässt eine Unzahl höchst unregelmässig gestalteter und vertheilter Hohlräumchen erkennen. Die Masse selbst ist runzelig wie der Kautschuk. Gewalzte oder gepresste Guttapercha zeigen eine faserige nur wenig poröse Structur. Dünne Plättchen, welche sich von der Guttapercha sehr leicht abschneiden lassen, was bei Kautschuk nicht leicht gelingt, sind reichlich von Luft durchsetzt und erscheinen im Mikroskope dunkel. Durch Einwirkung fetter Oele hellen sich die Schnitte sofort auf. Zwischen den Nikols des Polarisationsmikroskops erscheint die Guttapercha in prismatischen Farben, besonders deutlich, wenn sie gepresst wird. Diese scheinbare Doppelbrechung kann man am besten sehen, wenn man den Schnitt mit Oel durchtränkt und zwischen zwei Objectträgern stark zusammendrückt.

Chemisches Verhalten. Die Guttapercha hat eine complicirtere Zusammensetzung als der Kautschuk. Sie enthält sogenannte reine Gutta (reine Guttapercha), mehrere Harze, eine in Wasser lösliche organische Säure (Ameisensäure?), eine in Wasser lösliche extractartige Substanz, ätherisches Oel, Farbstoff, Caseïn und Mineralbestandtheile. — Nach Payen enthält die käufliche Guttapercha 75—82 Proc. reine Gutta. Nach diesem Forscher ist letztere undurchsichtig, farblos, dehnsam, erweicht bei 50° C. und wird klebend, bei 100° C. schmilzt sie teigartig. Stärker erhitzt wird sie flüssiger, kömmt in's Kochen und zersetzt sich hierbei unter Bildung flüchtiger Verbindungen. In Chloroform und Schwefelkohlenstoff ist die reine Gutta schon in der Kälte, in Terpentinöl erst in der Wärme löslich. Nach Baumhauer ist sie in siedendem Aether löslich (nach Payen unlöslich) und scheidet sich beim Erkalten als weisse pulverige Masse ab, welche schon unter 100° C. durchsichtig wird, bei 150° zu einer zähen Masse schmilzt und bei stärkerer Erhitzung sich zersetzt. Reine Gutta ist ein Kohlenwasserstoff von der Zusammensetzung der Camphene ($C_{20}H_{32}$). Sie absorbirt nach Baumhauer Sauerstoff und bildet Ameisensäure. — Payen findet in der rohen Guttapercha zwei Harze, ein weisses krystallisirendes und ein gelbes amorphes. Nach Arppe[1]) sollen hingegen sechs verschiedene Harze, darunter zwei krystallisirende, in diesem Rohstoff vorkommen. — Wasser entzieht der rohen Guttapercha eine organische Säure und eine extractartige Substanz. Aetzende Alkalien greifen sie nicht an, ebenso Ammoniak und verdünnte, nicht oxydirende Mineralsäuren. Vitriolöl zersetzt sie unter Entwickeluug von schwefeliger Säure. Durch Einwirkung von Salpetersäure entsteht Blausäure und Ameisensäure[2]).

1) Journ. f. pract. Chemie. 53. p. 171.

2) Oudemans Scheik. Onderz. II. 3. p. 291.

Das Sprödewerden der Guttapercha beruht auf der Oxydation der reinen Gutta zu harzigen Körpern, welche nach Baumhauer die Zusammensetzung $C_{20}H_{32}O$ und $C_{20}H_{32}O_2$ besitzen. Nach Adriani giebt rohe Guttapercha 5.18 Proc. Asche.

Die Guttapercha findet bereits eine sehr ausgedehnte und verschiedenartige Anwendung. Ihre Dehnbarkeit und Elasticität bei einer unter 50° C. stehenden Temperatur macht es möglich, ihr auf leichtere Weise Form zu geben, als dies bei Kautschuk der Fall ist, mit dem sie mehrere Verwendungen gemeinsam hat. Sie wird zu Treibriemen für Maschinen, zu Schuhsohlen, Röhren, Geschirren und Behältern der verschiedensten Art verarbeitet, dient zur Abformung plastischer Gegenstände, zur Herstellung unterseeischer und unterirdischer Telegraphenleitungen, aufgelöst zum Wasserdichtmachen von Zeugen u. s. w. Durch Vulkanisiren lässt sich die Guttapercha in einen Zustand bringen, in welchem sie innerhalb weiterer Temperaturgrenzen ihre Festigkeit und Geschmeidigkeit bewahrt.

3) Balata.

Dieser Körper ist erst seit dem Ende der Fünfziger Jahre in Europa bekannt. In Bezug auf Ausdehnung der Verwendung steht die Balata allerdings gegen Kautschuk und Guttapercha zurück. Immerhin ist sie doch schon ein erheblicher Handelsgegenstand, indem von Berbice allein jährlich an 10,000 Kgr. dieses Rohstoffes ausgeführt werden, die hauptsächlich in der englischen Industrie Verwendung finden[1].

Gewinnung der Balata. Der Baum, welcher die Balata liefert, ist der Bully-tree Guiana's, *Sapota Mülleri* Bleck. Der Baum ist im genannten Lande sehr häufig und werden dort seit alter Zeit her seine Stämme zu Holzbauten verwendet. Die Milch des Baumes ist jedoch bis in die neueste Zeit unbeachtet geblieben, und wurde nur von den Eingeborenen Guiana's als Genussmittel benutzt. Als man aber die vorzüglichen Eigenschaften des eingetrockneten Milchsaftes kennen lernte, wurde alsbald eine grosse Menge dieses Rohstoffes, dem man den Namen Balata gegeben hat, erzeugt. Wie zur Zeit der ersten Ausfuhr der Guttapercha aus Indien die Guttaperchabäume erbarmungslos gefällt wurden, um möglichst rasch eine grosse Menge von Guttapercha zum Verkauf bringen zu können, so verfuhr man anfänglich auch in Britisch-Guiana bei Erzeugung der Balata. Die Bäume wurden gefällt, auf Stützen horizontal gelegt, die Rinde in fussbreiten Abständen durch rund um den Stamm gehende Einschnitte verwundet und die reichlich ausflies-

1) S. Wiesner, im offic. österr. Bericht über die Pariser Ausstellung 1867. Bd. V. p. 500. In neuester Zeit wurde diese Substanz auch in den deutschen Handel gebracht. S. Droguenbericht von Gehe & Comp. in Dresden. April 1872.

sende Milch in unterstehenden Gefässen gesammelt. Ein Baum mittlerer Grösse lieferte auf einmal etwa 3—6 Kgr. Balata. Nunmehr geht man sorglicher zu Werke. Die Hauptstämme der lebenden Bäume werden durch zwei Längsschnitte verletzt und die dazwischen liegende Rinde herausgeschält. Auf diese Weise lassen sich von jedem Baume jährlich 0.3—0.5 Kgr. Balata gewinnen. Schon im nächsten Jahre kann man den Baum wieder anschneiden, nur muss man eine neue Rindenpartie zum Anschnitte auswählen, denn erst nach zwei Jahren sind die Wunden geheilt. Die meiste Milch fliesst in der Regenzeit aus.

Man unterscheidet in Berbice zwei Varietäten des Bully-tree, eine mit runden und eine mit ovalen Früchten; erstere liefert eine herbe, angeblich gerbstoffreiche, röthliche, letztere eine milde, angeblich gerbstoffarme weisse Milch. Letztere ist nicht nur als Nahrungsmittel, sondern auch für die Erzeugung von Balata geschätzter.

Die Milch des Balatabaumes wird in Guiana theils in Holz-, theils in Metallgefässen gesammelt. Holzgefässe sind vorzuziehen, da die in Metallbehältern aufgesammelte Milch an den Stellen, wo sie mit dem Metall in Berührung stand, eine schwärzliche Farbe annimmt. Der Saft wird in den Behältern stehen gelassen und bildet hier eine weissliche oder röthliche meist stark poröse, schwammige Masse. Diese rohe Balata ist mit Holz- und Rindenstückchen gemengt. Sie kömmt aber auch in gut durchgeknetetem Zustande und zu grossen Platten ausgewalzten Stücken in den Handel.

Physikalische Eigenschaften. Die Balata ist röthlichweiss bis braunröthlich gefärbt, geschmacklos, schwach erwärmt zeigt sie den angenehmen Geruch der Guttapercha. — Von Luft befreit beträgt ihre Dichte 1.044. — Sie ist fast so gut schneidbar als Guttapercha, lederartig zähe und ausserordentlich biegsam, elastischer als Guttapercha. — Bei 49 ° C. wird sie plastisch und schmilzt bei 149° C. — Durch Reiben wird die Balata elektrisch und soll Wärme und Elektricität noch schlechter als Guttapercha leiten. — In den Löslichkeitsverhältnissen stimmt die Balata mit dem letztgenannten Körper überein.

Mikroskopisches Verhalten. Rohe ungeknetete Balata ist ein Haufwerk kleiner Kügelchen. Durchgeknetet oder gepresst zeigt sie genau die Structurverhältnisse der Guttapercha. Wie an Kautschuk und Guttapercha habe ich auch an Balata scheinbare Doppelbrechung beobachtet. *Auch die Balata erscheint, namentlich wenn sie stark gepresst wird, zwischen den Nicols des Polarisationsmikroskops in ausgezeichneten prismatischen Farben.*

Chemisches Verhalten. Nach *Sperlich's*[1]) Untersuchungen

1) Sitzungsber. der k. Akademie d. Wiss zu Wien 1869. Bd. 59. p. 107.

stimmt die durch heisses angesäuertes Wasser und siedenden Alkohol erschöpfte und aus Schwefelkohlenstoff-Lösung abgeschiedene Balata in der procentischen Zusammensetzung mit der reinen Gutta überein. — Sperlich fand darin auch einen in angesäuertem heissen Wasser löslichen Farbstoff und ein farbloses in siedendem Alkohol lösliches Harz. Der Geruch der Balata lässt vermuthen, dass in ihr dasselbe flüchtige Oel, welches in der Guttapercha vorkömmt, vorhanden ist. Die Angabe, dass in der Balata ein Gerbstoff enthalten ist, kann ich nicht bestätigen. — Kaustische Alkalien und concentrirte Salzsäure greifen die Balata nicht an. Concentrirte Schwefelsäure verkohlt sie unter Entwickelung von schwefeliger Säure. Auch Salpetersäure wirkt auf sie ein und bildet Blausäure und Ameisensäure.

Die Balata lässt sich vulkanisiren.

Die Balata dient zur Anfertigung von Treibriemen, von Schuhsohlen und Absätzen. Als Isolator für elektrische Apparate, und zu chirurgischen Zwecken soll sie bessere Dienste als Guttapercha leisten.

Vierter Abschnitt.

Opium.

Das Opium und die darin enthaltenen Alkaloïde finden allerdings bis jetzt nur eine medicinische Benutzung. Da aber dieser Körper nunmehr auch fabrikmässig auf die darin enthaltenen Alkaloïde verarbeitet wird, so kann er gegenwärtig nicht mehr blos zu den Heilkörpern, sondern muss auch zu den technisch verwendeten Rohstoffen gezählt werden, dessen Besprechung im vorliegenden Buche nicht fehlen darf. Es ist indess selbstverständlich, dass die Beschreibung des Opiums in einem der technischen Rohstofflehre gewidmeten Werke nicht in so eingehender Weise, als es in den Pharmakognosien der Fall ist, zu geschehen braucht. Denn die Pharmakopoeen der einzelnen Länder lassen für den medicinischen Gebrauch nur bestimmte Opiumsorten zu, während der Fabrikant eben alles nimmt, was jene Alkaloïde, die er darstellen will, enthält.

Das Opium, manchmal auch noch mit den älteren Namen Laudanum oder Mecconium bezeichnet, ist der eingetrocknete Milchsaft der ungereiften Mohnfrucht[1].

Die Mohnpflanze *Papaver somniferum L.*, der Familie der Papaveraceen angehörig, ist eine ausserordentlich verbreitete Culturpflanze. In Aegypten, Kleinasien, Persien und Vorderindien wird sie vornehmlich der Opiumgewinnung wegen cultivirt; im wärmeren und gemässigten Europa pflanzt man sie hauptsächlich der ölhaltigen Samen wegen, über welche in einem späteren Abschnitte abgehandelt werden wird, und nur versuchsweise oder im Kleinen wird hier und dort auch in Europa etwas Opium bereitet. In Kleinasien wird allerdings, wie

---

1) Ich folge in diesem Capitel vorwiegend Flückiger's gründlicher und eingehender Abhandlung über das Opium. Pharmakognosie p. 40 ff.

es scheint ausschliesslich, die dunkelsamige Varietät (*P. s. L. var. nigrum* = *Papaver nigrum DC.*) auf Opium ausgewerthet; in anderen Gegenden steht hierfür auch die Varietät mit lichten Samen (*P. s. L. var. album* = *Papaver album DC.*) in Verwendung.

Einige Tage nach dem Abfallen der Blüthenblätter werden die grünen Mohnkapseln angeschnitten. Wagrechte Einschnitte liefern eine grössere Ausbeute als Längsschnitte, was nach der Vertheilung der Milchsaftgefässe, die vorwiegend der Längsrichtung der Kapseloberfläche folgen, auch leicht begreiflich ist. Der weisse Milchsaft tritt aus den Schnittwunden aus, und verwandelt sich über Nacht in eine bräunliche teigige Masse, welche man durch Aufstreichen auf Blätter sammelt und verschiedenartig formt. Das kleinasiatische Opium, das einzige, welches die Pharmakopoeen Europa's zulassen, und das schon deshalb ein wichtiger Gegenstand des Handels ist, wird an Ort und Stelle in kleine mit grünen Mohnblättern umkleidete Ballen geknetet, und nach Smyrna und Konstantinopel gesendet, woselbst eine Umformung desselben vorgenommen wird, welche stets von Zumischung fremder Stoffe begleitet ist. Nie fehlen in dem von den genannten Handelsplätzen kommenden Opium Rumex-Früchte und sehr häufig kommen darin auch Traganth und andere Gummisorten vor. — Das persische Opium wird in Form von Stangen oder Kugeln, die in chinesische Papiere gehüllt sind, in den Handel gebracht. — Das indische Opium kömmt vorwiegend aus Bengalen; in neuerer Zeit wird es in sehr ausgedehntem Massstabe auch in Malva erzeugt. Das Anschneiden der Mohnkapsel geschieht hier durch ein ganzes Bündel von Skalpellen, deren Klingen untereinander parallel gestellt sind, und mithin bei einmaliger Einsenkung in die junge Mohnfrucht gleich mehrere Einschnitte hervorbringt. Die Einschnitte werden in den heissen Nachmittagstunden gemacht und schon am nächsten Morgen werden die halbfest gewordenen Massen mit einem geölten Schabemesser abgenommen und auf flache irdene Schalen aufgestrichen. Aus der weichen Masse werden Kugeln im Gewichte von 2 Kilogr. geformt, die man in die früher abgestreiften Blüthenblätter des Mohns hüllt. Früher verwendete man zur Umhüllung des indischen Opiums Tabakblätter[1]). Die Opiumkugeln werden noch mit einer Masse, die aus Stengeln, Blättern und Fruchtstücken des Mohns besteht, eingehüllt und zuerst an der Luft und an der Sonne, später über künstlichem Feuer getrocknet, wodurch sie äusserlich ganz fest

1) Die Verwendung von Tabakblättern war bei der Masse des erzeugten Opiums eine sehr kostspielige. Die Umhüllung aus den werthlosen Blüthenblättern des Mohns mit Zuhülfenahme einer geringen breiartigen Opiummasse (»Lewa«) erfunden zu haben, ist ein Verdienst Flemming's, welcher hierfür von der ostindischen Compagnie 120,000 Francs als Belohnung erhielt.

und hart werden, während die inneren Partien noch lange einen gewissen Grad von Weichheit behalten. Die grossen Massen von Opium, welche in Indien erzeugt werden, gelangen nicht in den europäischen Verkehr, sondern mit einem beträchtlichen Theile des westasiatischen Opiums nach China, woselbst das Opium als narcotisches Genussmittel verwendet wird[1]. Auch in Frankreich und Deutschland hat man versucht Opium zu gewinnen. Die Resultate, welche Aubergier zu Clermont und Karsten in Berlin, später in Wien erhielten, sind in Bezug auf den Morphingehalt des erzielten Productes sehr befriedigend ausgefallen. Hingegen ist aber die Milchsaftmenge, welche die Mohnpflanze bei uns hervorbringt, eine zu geringe, als dass hier die Opiumgewinnung rentiren könnte. — Aegypten erzeugt wohl Opium, gegenwärtig aber nur für den eigenen Bedarf; in den dreissiger Jahren kamen noch beträchtliche Mengen von ägyptischem Opium unter dem Namen *Opium thebaicum* in den europäischen Handel.

Alle Opiumsorten sind tief braune, matte, entweder starre und dann häufig noch in den Händen etwas erweichende, im Inneren manchmal noch weiche Massen von höchst betäubendem und dabei eigenthümlichem Geruche und bitterem, brennendem Geschmack. Die Dichte beträgt im Mittel 1.3. Im Wasser zergeht das Opium zu einer breiigen Masse. Es löst sich hierbei etwas mehr als die Hälfte der Trockensubstanz auf.

Im Mikroskop erscheint ein beträchtlicher Theil der Substanz krystallisirt. Wie Flückiger zeigte, erkennt man die krystallinischen Antheile des Opiums am besten, wenn man einen Splitter der Probe mit Benzol zerreibt. Nadelförmige Krystalle finden sich in allen Opiumsorten vor; auch in dem krystallarmen kleinasiatischen. In den krystallreicheren persischen und indischen Sorten kommen neben den Nadeln auch Prismen, rhombische Tafeln und wetzsteinförmige Krystallaggregate vor. Die Nadeln sollen dem Narcotin, die Tafeln dem Codeïn, die wetzsteinförmigen Gestalten dem mekonsauren Morphin entsprechen.

Das Opium ist nicht nur ein sehr complicirtes, sondern auch sehr variables Stoffgemenge. Es treten nämlich die gewöhnlichen Gemengtheile des Opiums in den verschiedenen Sorten nicht nur in sehr verschiedenen Mengen auf, es sind auch in manchen Opiumsorten be-

---

1) In China wird das Opium geraucht, der Orientale nimmt es in Form von Pillen oder Latwerg. Nach Miquel (Flora von Nederl. Indië. II. p. 667) mengt man in Indien dem zum Rauchen bestimmten Opium zur Steigerung der narkotischen Wirkung die Samen von *Datura alba Nees* bei.

stimmte chemische Individuen gefunden worden, welche in anderen fehlen; so fehlen z. B. im französischen Opium Thebaïn und Narcotin.

Manche Bestandtheile des Opiums kommen im Milchsafte der grünen Mohnkapsel nicht vor, sondern sind durch die Bereitungsweise in die Drogue hineingelangt; so die oft nicht unbeträchtlichen Mengen von Traganth und Rumexsamen im kleinasiatischen, und das Fett im indischen Opium, welches, wie oben angegeben wurde, durch die eingeölten Schabemesser in die Drogue hineingeräth, und manchmal doch in solcher Menge vorkömmt, dass solches Opium auf Papier Fettflecke hervorruft.

Die Wassermenge der starren Opiumsorten beträgt 9—14, die des noch nicht erstarrten bis 24 Proc. Die Menge der mineralischen Bestandtheile ist keineswegs gering, da das Opium im Mittel 8 Proc. Asche liefert. Ferner führt jedes Opium Traubenzucker, Harz, Wachs, Kautschuk und Fett, Farbstoff, Albumin und etwas Gummi, im Ganzen etwa 10 Proc.

Von den dem Opium eigenthümlichen Stoffen sind hervorzuheben: Morphin, an Mekonsäure gebunden, Narcotin (oder Opian), Codeïn, Narceïn, Pseudomorphin, Thebaïn (oder Paramorphin), Porphyroxin, Papaverin, Metamorphin, Rhoeadin, Thebolactinsäure, Meconin und noch mehrere andere bis jetzt noch nicht genau untersuchte Verbindungen.

Die meisten dieser Körper sind Alkaloïde, so das Morphin ($Є_{17}H_{19}NΘ_3$), das Codeïn ($Є_{18}H_{21}NΘ_3$), das Thebaïn ($Є_{19}H_{21}NΘ_3$), das Papaverin ($Є_{20}H_{21}NΘ_4$), das Narcotin ($Є_{22}H_{32}NΘ_7$), das Narceïn ($Є_{23}H_{29}NΘ_9$) und wahrscheinlich noch einige andere. Das Meconin ($Є_{10}H_{10}Θ_4$) ist ein indifferenter Körper.

Die Menge des Morphin's, des wichtigsten Bestandtheils des Opiums, beträgt in den Opiumsorten des europäischen Handels in der Regel mehr als 10 Proc. Im französischen Opium steigt der Morphingehalt, wie Guibourt gezeigt hat, bis auf 22.88, im deutschen bis auf 21.46 Proc. Persisches Opium, fast immer mit Zucker versetzt, enthält 11—13.4 Proc., indisches 5—9 Proc. Morphin. Das Morphin fehlt keiner Sorte von Opium.

Die Menge des Codeïn's erreicht im Opium von Patna das Maximum, sie soll hier bis 8 Proc. betragen. Im kleinasiatischen, französischen und indischen Opium kommen von diesem Alkaloïd nur 0.2 bis 0.4 Proc. vor. — Im kleinasiatischen Opium finden sich 4—10 Proc. Narcotin, im indischen etwa 6 Proc. Im französischen Opium, aus *Papaver somniferum var. nigrum* dargestellt, fehlt dieser Körper. — In der kleinasiatischen Drogue finden sich 0.15, in der von Patna etwa 1 Proc. Thebaïn.

Die Mekonsäure, $C_7H_4O_7$, in kochendem Wasser leicht löslich und darin unter Kohlensäureentwicklung leicht zerleglich, krystallisirt in glimmerartigen Krystallschuppen und giebt den Eisenoxydsalzlösungen eine rothe Färbung.

Nach Claude Bernard hat unter den Opiumalkaloïden das Narceïn die grösste schlafmachende Wirkung. Als Gift wirkt im Opium in erster Linie das Thebaïn, in zweiter Linie das Codeïn. In geringem Grade wirken Papaverin, Narceïn, Morphin und Narcotin giftig.

Fünfter Abschnitt.

Aloë.

Obgleich die Aloë den Harzen nahe verwandt ist, wie die Producte erkennen lassen, welche aus Aloë durch Oxydation mit schmelzendem Kali hervorgehen (s. oben p. 72), so scheint es doch bei der gegenwärtigen Fassung des Begriffes Harz gerechtfertigt, diese Drogue dennoch abgesondert von den Harzen abzuhandeln. Die Aloë ist ein wahres, durch Ausziehung der Aloëblätter mit Wasser erhaltenes Extract. Sie löst sich in Wasser auf, stellt sich deshalb ausserhalb der Reihe der Harze, als deren Grundeigenthümlichkeit die Unlöslichkeit in Wasser und die Auflöslichkeit in Alkohol hingestellt wird.

Die Aloë wird aus den Blättern mehrer Aloën, Pflanzen aus der Familie der Asphodeleen, welche hauptsächlich den östlichen und südlichen Küsten Afrika's angehören, dargestellt. Nach den bis jetzt bekannt gewordenen Beobachtungen liefern folgende Species der Gattung Aloë die Droguen gleichen Namens:

Aloë vulgaris Lam. (*A perfoliata var π vera L.* = *A. barbadensis Mill.*). Nordöstliches Afrika. Cultivirt in Ost- und Westindien.

A. socotrina Lam. (*A. perfoliata var ξ L.*) Oestliche Spitze von Afrika, Socotora, Arabien. In Westindien cultivirt.

A. indica Royle. Nordwestliches Indien. Scheint wohl nur in sehr kleinem Massstabe auf Aloë ausgenutzt zu werden.

A. purpurascens Haw. Cap der guten Hoffnung.

A. spicata Thunb. Cap.

A. arborescens Mill. (*A. perfoliata η L.*). Cap. In Westindien cultivirt.

A. Lingua Thunb. (*Gasteria Lingua Mill.*). Cap. In Westindien cultivirt.

A. mitraeformis Lam. Cap.

A. perfoliata Thunb. Cap. In Westindien und Ostindien cultivirt.

Aloë africana Haw. Cap. In Westindien cultivirt.

A. ferox Mill. (*Pachydendron ferox Haw.*).

A. plicatilis Mill. Cap.

Die Bereitung der Aloë wird vornehmlich am Cap und auf Curaçao, Barbados und Jamaica betrieben. Die Insel Socotora, früher die einzige Bezugsquelle der sog. *Aloë lucida*, liefert gegenwärtig fast gar keine Aloë mehr. Die Gewinnungsweise ist eine sehr verschiedene. Gewöhnlich wird zuerst aus den Aloëblättern durch Anschneiden ein Saft abgeschieden, der Aloësaft, der dann entweder durch freiwillige Verdunstung oder durch Einkochung in die feste Aloë des Handels verwandelt wird. An einigen Orten (z. B. auf Curaçao) schneidet man die Blätter der *Aloë vulgaris* an und sammelt den aus den Schnittwunden freiwillig austretenden Saft. An andern Erzeugungsorten gewinnt man den Aloësaft durch Auskochen oder Auspressen der ganzen oder zerkleinerten Blätter oder endlich der aus Oberhaut und den anliegenden Gefässbündeln bestehenden Blattrinde. Es ist begreiflich, dass man nach der Gewinnungsart höchst verschiedene Ausbeuten erhält. Dass man durch Auspressen oder Auskochen der ganzen Blattmasse eine grössere Quantität von Aloë erzielt, als durch blosses Anschneiden der Blätter oder durch Abpressung oder Auskochung der Blattrinde, ist begreiflich, wenn man des Umstandes gedenkt, dass sowohl die Zellen der sogenannten Blattrinde als des Blattmarkes mit Flüssigkeiten gefüllt sind [1].

Nach neueren Berichten [2] nimmt man in der Capcolonie die Bereitung der Aloë — aus *Aloë africana* und *plicatilis* — in folgender Weise vor. Die Blätter werden hart am Grunde abgeschnitten und je fünfzig bis sechzig in aus Schaffellen zusammengenähte Behälter mit der Schnittfläche nach unten hineingelegt. Die sich mit Aloësaft füllenden Gefässe entleert man in grosse Bottiche, worin der Saft bis zum Kochen aufbewahrt wird, wobei sich stets ein Sediment bildet. Der gestandene Saft wird durch Siebe hindurch gelassen und in grosse flache Kupferkessel gebracht, in welchen man denselben entweder über freiem Feuer oder in einer Art Wasserbad unter fortwährendem Umrühren mit einem eisernen Löffel so weit eindampft, bis die Masse so dick geworden ist, dass sie vom Löffel nicht mehr abfliesst. In diesem teigigen Zustande wird sie in Kisten gefüllt, deren Bruttogewicht durchschnittlich 200 Klgr. beträgt.

Ueber die anatomischen Verhältnisse und über die Stofflagerung

1) S. die Pharmakognosien von Oudemans und Flückiger.

2) Fachmännische Berichte über die österr. Expedition nach Ostasien. Ein Besuch der Capcolonie auf der Fahrt nach Ostasien. Stuttgart 1872. Anhang p. 40 ff.

in den Geweben der Aloëblätter hat Flückiger[1]) Beobachtungen angestellt, welche einige Schlüsse auf den Werth der verschiedenen Methoden der Aloëgewinnung gestatten. Die Oberhaut setzt sich aus derbwandigen mit Cuticula überkleideten Epidermiszellen zusammen, an die sich nach Innen zu ein kleinzelliges Parenchym anreiht, dessen Zellen mit Chlorophyllkörnern erfüllt sind. Unmittelbar an diese Gewebsschicht schliesst sich ein Zug von Gefässbündeln an, welche aus Spiralgefässen und dünnwandigen, mit schön gelbem Safte erfüllten Bastzellen bestehen. Aus dem Inhalte der letzteren schiessen bei längerem Liegen eines Längsschnittes Aloïnkrystalle an. Die Bastzellen sind mithin der Sitz des Hauptbestandtheils der Aloë, des Aloïn's. An die Gefässbündel reiht sich das Mark an, welches als schlüpfrige Gewebsmasse das Innere des Blattes erfüllt. Es besteht aus dünnwandigen, geräumigen Zellen mit klebrigen, vorwiegend aus Schleim bestehenden Parenchymzellen. Dieses Gewebe überragt das kleinzellige, chlorophyllführende Parenchym, in radialer Richtung gemessen, etwa um das zehnfache. — Es ist nach diesen Darlegungen leicht einzusehen, dass die in der That am Cap ausgeübte Auspressung oder Auskochung der Blattrinde ein besseres, aloïnreicheres Product geben muss als die Mitauswerthung des reich entwickelten Markgewebes, welches nur Schleim und etwas Eiweiss führt.

Man unterscheidet zwei typische Formen der Aloë, denen sich die verschiedenen käuflichen Sorten meist leicht unterordnen lassen, die *Aloë lucida* und die *Aloë hepatica* oder Leberaloë. Erstere kam früher ausschliesslich aus Socotora, weshalb sie auch socotrinische Aloë genannt wird. Die *Aloë lucida* glänzt lebhaft, zeigt eine graugelbliche, etwas in's röthliche fallende Farbe, und ist in dünnen Schichten durchscheinend. Gepulvert ist sie licht gelblich gefärbt. Die Leberaloë ist stets undurchsichtig und entweder matt und leberfarben, oder schwärzlich und stark glänzend (Aloë von Barbados und sog. Bombayaloë, die indess aus Südarabien stammt). Von Pereira wurde zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass die *Aloë lucida* krystallfrei, die *Aloë hepatica* reich an krystallisirter Substanz ist. Erstere enthält, wahrscheinlich in Folge rascher Abkühlung, das Aloïn in amorphem, letztere in krystallisirtem Zustande. Es kommen indess auch Aloësorten im Handel vor, welche zwischen den genannten Typen die Mitte halten; selbe führen einen Theil des Aloïn in amorphem, einen andern Theil in krystallisirtem Zustande. Es scheint dieses Vorkommen namentlich den opaken und glänzenden Sorten eigenthümlich zu sein.

Alle Aloësorten haben einen eigenthümlichen, an Safran erinnern-

---

1) l. c. p. 106.

den Geruch und einen unangenehm bittern Geschmack. In Weingeist lösen sie sich zu einer gelblichen, sauer reagierenden Flüssigkeit auf. Reichlicher Wasserzusatz scheidet eine harzige Substanz aus der weingeistigen Lösung ab, welche man als Aloëharz anspricht. Kaltes Wasser löst nur einen Theil, etwa 40—50 Proc. der Aloë auf. Die *Aloë lucida* wird rascher als die *Aloë hepatica* durch Wasser gelöst. Warmes Wasser löst beide Sorten beinahe vollständig zu einer sauer reagirenden Flüssigkeit auf, aus welcher sich beim Erkalten ebenfalls Aloëharz abscheidet.

Der Hauptbestandtheil der Aloë ist das Aloïn[1]), ein in Weingeist und Wasser lösliches, krystallisirbares Glycosid von der Zusammensetzung $C_{34}H_{36}O_{14} + H_2O$. Sie enthält ferner Aloëharz, Wasser (7—8 Proc.), kleine Mengen von Eiweisskörpern, Zucker, wahrscheinlich auch noch andere Pflanzenstoffe und Mineralbestandtheile. Sie liefert nach Flückiger 1.1 Proc. Asche.

Ueber die Producte, welche die Aloë bei der trockenen Destillation und bei der Behandlung mit schmelzendem Kalihydrat liefert, s. oben p. 72.

Mit Salpetersäure behandelt giebt das Aloïn gefärbte Verbindungen, nämlich Aloëtinsäure, Chrysaminsäure und als Endproduct Pikrinsäure nebst Oxalsäure[2]).

In neuerer Zeit wird die Aloë in der Färberei angewendet[3]). Es sind indess schon früher Versuche angestellt worden, um die Aloë diesem Gewerbe dienstbar zu machen[4]).

1) T. et H. Smith, Chem. Gaz. 1851. p. 107 und Stenhouse, Phil. Mag. 37. p. 481.

2) Stenhouse l. c.

3) S. Wagner's Jahresbericht über die Fortschritte in der chemischen Technologie 1855. p. 329 ff.

4) S. Bancroft, Natur der beständigen Farben. (Englisches Färbebuch). Deutsche Uebersetzung I. p. 399 ff.

Sechster Abschnitt.

Die Catechugruppe.

In dieser Gruppe vereinige ich das Catechu mit einigen nahverwandten Pflanzenstoffen, nämlich mit Gambir und Kino.

Die drei genannten Körper zeigen schon eine gewisse äussere Aehnlichkeit die sich zunächst in der dunkeln Farbe, und in einem gummiartigen Aussehen ausspricht. Alle drei werden durch Auskochung von Pflanzentheilen und durch Eindampfung der so gewonnenen Extracte erhalten. In allen findet sich Catechin (Catechusäure) und eine durch Kochen aus dem Catechin hervorgegangene Substanz vor, welche Eisensalze grün färbt und Leimlösung fällt, ein Körper, welcher sowohl das Catechu, als Gambir und Kino, ähnlich den bekannten Gerbmaterialien zum Gerben und Schwarzfärben geeignet macht.

1) Catechu.

Diese Substanz ist in Europa schon seit dem 16. Jahrhundert bekannt. Eine grössere industrielle Bedeutung hat das Catechu jedoch erst in neuerer Zeit, etwa seit den dreissiger Jahren unseres Jahrhunderts erlangt. Der ältere Name für diese Drogue ist terra japonica.

Das ganze Catechu des Handels wird aus dem Holze der in Indien und auf Ceylon häufig vorkommenden *Acacia Catechu Willd.* (*Mimosa Catechu L. fil.*) gewonnen. Die Arecapalme (*Areca Catechu L.*), deren catechinreiche Nüsse wohl auch zu catechuartigen Extracten verwendet wird, liefert kein Catechu für den europäischen Markt. Die Arecanüsse und deren Extracte (»Khadirasara«) stehen nur bei den Betelkauern Asien's in Verwendung [1]).

---

[1]) Miquel, Flora von Nederl. Indië II. p. 146. Meyen, Pflanzengeographie p. 411 ff. Nach Loureiro's Angabe (Flora Cochin. p. 696) wird die Arecanuss in China zum Färben benutzt und zu diesem Behufe in ganzen Schiffsladungen von Indien und Cochinchina nach China gebracht. S. auch Böhmer l. c. II. p. 9.

Die Erzeugung des Catechus wird hauptsächlich in Hinterindien, im grossen Massstabe besonders in Pegu betrieben. Aber auch die Küste von Coromandel, Bengalen und Ceylon liefern diese Waare. Nach bestimmten neueren Nachrichten ist es das Holz des genannten Baumes, aus welchem das Catechu gewonnen wird[1]. Die viel verbreitete Angabe, dass die Früchte der *Acacia Catechu* zur Darstellung dieses Körpers dienen, ist irrig. Das junge Holz des Baumes hat die gewöhnliche Holzfarbe; hingegen ist das ältere Holz dunkel gefärbt, und dieses ist es, welches das Material zur Gewinnung des Catechus abgiebt. Das Holz der gefällten, vom Splinte befreiten Stämme wird klein geschnitten oder zerhackt, in Kesseln mehrmals ausgekocht und darin bis zur teigigen Consistenz eingedampft, hierauf auf grossen Monocotylen-Blättern, von welchen der käuflichen Waare stets noch Reste anhaften, erstarren gelassen.

Das Catechu bildet grosse Blöcke von brauner bis schwärzlicher Farbe, und zeigt auf frischer Bruchfläche lebhaften Glanz. Im Mikroskope erscheint es rissig und structurlos. Im Wasser vertheilt, bildet es eine feinkörnige Masse, zwischen welcher hier und dort kleine Krystallnädelchen von Catechin, grosse, glashelle, rhomboëderähnliche Krystalle von oxalsaurem Kalk, die sich mit ungeänderter Gestalt auch in der Asche nachweisen lassen, und Bruchstücke von Holzzellen auftreten.

Der Geruch des Catechu ist schwach, der Geschmack bitter und zusammenziehend.

In kaltem Wasser löst sich das Catechu nur unvollständig, im kochenden Wasser fast vollständig. Die Lösung ist röthlichbraun, nicht klar, und reagirt schwach sauer. Auf Zusatz von Säuren erfolgt Fällung, Eisenoxydsalze rufen schmutzig grüne Niederschläge hervor, Weingeist löst das Catechu auf.

Das Catechu besteht aus Catechusäure (Catechin), ferner aus der sogenannten Catechugerbsäure, Wasser, kleinen Mengen der gewöhnlichen Pflanzenstoffe und mineralischen Bestandtheilen.

Die Catechusäure tritt im Catechu in amorpher Modification auf. Ihre Zusammensetzung ist nach Kraut und van Delden gleich $C_{12}H_{12}O_5 + H_2O$[2]. Die sogenannte Catechugerbsäure ist, wie Neubauer[3]) zeigte, keine eigentliche Gerbsäure, sondern ein durch Kochen aus der Catechusäure hervorgehender gummiartiger Körper, welcher mit der Gerbsäure die Eigenschaft theilt, aus wässeriger Lösung durch Leimlösung gefällt zu werden und mit Eisenoxydsalze schmutzig grüne Niederschläge zu liefern.

---

1) Meyen l. c. p. 415.
2) Annalen der Chemie und Pharm. 128. p. 285.
3) Journ. für prakt. Chemie. 105. p. 75.

Die Wassermenge des Catechus beträgt 15, die Aschenmenge 2—4 Proc.

Das käufliche Catechu verwandelt sich nach Flückiger[1]) bei der Digestion mit wenig Wasser und hierauf folgendem Erkalten in eine durch und durch krystallisirte Masse vom Aussehen des Gambirs. (Vgl. unten bei Gambir.)

Catechu wird als Gerbmaterial für schwere Ledersorten angewendet; es giebt vortreffliches Leder, welches auch schön rothbraun gefärbt ist. In England und Italien ist die Verwendung dieses Körpers als Gerbmittel eine sehr grosse. Catechu ist auch einer der wichtigsten zum Färben angewendeten Rohstoffe.

2) Gambir.

Der Gambir ist ein Extract aus den jungen Stengeln und Blättern der *Nauclea Gambir Hunt. (= Uncaria Gambir Roxb.)*, eines strauchartigen, klimmenden Gewächses aus der Familie der Rubiaceen. Die Pflanze findet sich in Indien und auf den umliegenden Inseln. Für die Zwecke der Gambirgewinnung wird sie cultivirt. Die bedeutendsten Gambirpflanzungen befinden sich auf Sumatra und der Insel Bintang[2]), in der Nähe von Singapore. In der Umgebung von Rhio auf Bintang allein stehen etwa 60000 Pflanzungen der *Uncaria Gambir*. Schon im Jahre 1832 befanden sich auf Bintang 6000 Gambir-Plantagen, von denen die grossen 80000—100000 Bäumchen enthielten.

Auch andere Nauclea-Arten, z. B. *N. aculeata L.* sollen Gambir liefern[3]).

Die Gambirsträucher sind durch 10 Monate mit Blättern bedeckt. Die Einsammlung der grünen Triebe beginnt, wenn die stets aus Samen gezogenen Pflanzen ein Alter von drei Jahren erreicht haben, und kann bis zum 30. Jahre fortgesetzt werden. Es werden dann jährlich zwei (Bintang) bis vier (Malacca) Ernten gemacht. Wenn man nur zweimal des Jahres die Blätter und Zweige abnimmt, so erhält man eine bessere Waare als wenn dies öfter geschieht. Die abgebrochenen Pflanzentheile werden mit Wasser in Kesseln durch 5—6 Stunden ausgekocht und die Flüssigkeit bis zur Syrupdicke eingedampft. Die schleimig oder körnig-schleimig gewordene Masse wird hierauf in Holztröge oder in Bambusrohr eingegossen, hierin erstarren gelassen und sodann in vierkantige oder runde Scheiben geschnitten, die man im Schatten trocknet. Dem

1) l. c. p. 117.

2) Bennett Wandering etc. London 1834. II. p. 183. Miquel, Flora von Nederl. Indië II. p. 146 ff. Miquel, Sumatra. p. 79.

3) Meyen, l. c. p. 416.

G mbir von Sumatra und Bintang wird Sagostärke zugemengt, um ihm eine grössere Festigkeit zu geben. Der Gambir von Siri Lama kömmt in Form von Scheiben, der von S.matra und Bintang in Form von kleinen 3—5 Centim. hohen Würfeln im Handel vor. Der Gambir von Singapore (hauptsächlich auf Bintang gewonnen) gelangt auf den europäischen Markt; der übrige Gambir geht fast ausschliesslich über Java nach dem östlichen Theil des Archipels und auch nach China [1]).

Miquel spricht die Vermuthung aus, dass schon die alten Bewohner des Archipels die Eigenschaften der Blätter von *Uncaria Gambir* kannten, dass aber die heutige Bereitungsweise erst von den Colonisten erfunden wurde, die sich vom Festlande über den Archipel verbreiteten, und die Methode der Gewinnung des »Khadirasara«, nämlich des Extractes der Arecanüsse auf die in den Eigenschaften ähnlichen Blätter und jungen Zweige des Gambirstrauchs anwendeten. Das Wort Gambir leitet Miquel von dem indischen Namen der Arecapalme, Khâdir, ab.

Frischer Gambir ist von weisslicher Farbe. Schon nach einigen Wochen ist er merklich dunkler geworden. Mit der Zeit wird er durch und durch rothbraun. In der Regel sind die Gambirwürfel aussen bräunlich, innen gelblich. Der Gambir ist glanzlos, von erdigem Gefüge, leicht zerreiblich, fast ohne Geruch; der Geschmack ist anfänglich zusammenziehend, später etwas süsslich. Frischer Gambir soll angenehm aromatisch riechen und süsslich schmecken [2]).

Im Mikroskope gesehen erscheint der Gambir als ein Haufwerk von kleinen Krystallnadeln, zwischen welchen hier und dort kleine Oberhautfragmente liegen, welche aus platten polygonal begrenzten etwa 0.024 Millim. breiten Zellen bestehen, und vom Blatte der *Nauclea Gambir* abstammen dürften. Im Gambir von Sumatra und Bantang sind die Stärkekörnchen der Sagopalme nachweisbar.

In kaltem Wasser ist der Gambir nur unvollständig löslich. In heissem Wasser löst sich reiner Gambir hingegen leicht zu einer etwas trüben, bräunlich gefärbten, kaum merklich sauern Flüssigkeit auf. Die Lösungen geben mit Eisenoxydsalzen schmutzig grüne Niederschläge und auch mit Leimlösung starke Fällungen.

Durch langanhaltendes Kochen und Eindampfen der wässerigen Gambirlösung geht er in eine amorphe Substanz über, welche alle Eigenschaften des Catechus besitzt.

Gambir besteht aus Catechusäure, aus sogenannter Catechugerb-

---

1) Vgl. Miquel l. c. Meyen l. c. p. 416 ff.

2) Meyen l. c. p. 417.

säure, Wasser, Mineralbestandtheilen. Flückiger[1]) vermuthet, dass das von de Vrij[2]) in den Uncaria-Blättern aufgefundene Chinovin, auch im Gambir vorkomme. — Die Catechusäure tritt im Gambir in der krystallisirten Modification auf. Durch anhaltendes Kochen mit Wasser, oder noch rascher mit verdünnten Säuren, geht sie jedoch unter Abgabe von einem Molekül Wasser in die amorphe Modification über. Lufttrockner Gambir enthält 13.46 Proc. Wasser und giebt nach Flückiger 2.6 Proc. Asche. Im Gambir von Singapore wies ich 5.27 Proc. Asche nach.

Der Gambir ist erst in neuester Zeit Gegenstand des europäischen Handels geworden. In den dreissiger Jahren kamen nach Meyen nur kleine Mengen dieses Productes nach England, woselbst man es damals nur versuchsweise in der Färberei anwendete. Gegenwärtig sendet Singapore allein gegen 10 Mill. Klgr. Gambir nach England. Auf dem Continent erscheint er, häufig noch unter dem Namen Catechu oder terra japonica, ebenfalls bereits in sehr grossen Quantitäten.

Der Gambir hat an Wichtigkeit als Handelsgegenstand das Catechu, mit dem er die Verwendungsweise theilt, bereits überholt.

3) Kino.

Diese dem Catechu in den Eigenschaften und in der Verwendung dem Gambir sehr nahestehende Drogue, wird aus mehreren von einander verschiedenen Pflanzen dargestellt.

Die bekannteste Art des Kino ist das sogenannte Amboïna-Kino, welches indess auf der Malabarküste aus *Pterocarpus Marsupium Mart.*, einem Baum aus der Familie der Dalbergieen, gewonnen wird.

In neuester Zeit werden grosse Mengen von Kino in Australien aus mehreren Eucalyptus-Arten (Myrtaceen) bereitet. Gewöhnlich wird *Eucalyptus resinifera Sm.* als Stammpflanze des australischen Kino angesehen. Da aber diese Eucalyptus-Art ein echtes Gummi liefert und Kino häufig auch als Gummi angesprochen wird, so ist von einigen Seiten, u. a. von Flückiger[3]) die Vermuthung ausgesprochen worden, das australische Kino sei nichts anderes als ein mit Farbstoff gemengtes Gummi. In der That liefert aber *Euc. resin.* nicht nur ein echtes Gummi, sondern auch ein echtes Kino. Die genannte Species von Eucalyptus ist nicht die einzige Art dieser Gattung, aus welcher diese

---

1) l. c. p. 115.

2) Pharm. Journ. und Trans. VI. p. 19.

3) l. c. p. 120.

Drogue dargestellt wird. Andere Species liefern sogar mehr und besseres Kino. Ich habe nicht weniger als sechzehn verschiedene Kinosorten zu untersuchen Gelegenheit gehabt[1]), welche von folgenden Eucalyptus-Arten herrührten: *E. corymbosa Sm.*, *E. globulus Labill.*, *E. rostratus Schlecht.* (*= E rostratus Cav. = E. robusta Sm.*), *E. leucoxylon F. Muell.*, *E. corynocalyx F. Muell.*, *E. citriodora Hook.*, *E. maculata Hook.*, *E. calophylla R. Br.*, *E. amygdalina Labill.*, *E. piperita Sm.*, *E. pilularis Sm.*, *E. fabiorum Schlecht.*, *E. fissilis F. Muell.*, *E. gigantea Hook.*, *E. viminalis Labill.* und *E. obliqua Lher.* (vielleicht identisch mit *E. gigantea Hook.*) — Ausser den hier genannten Eucalyptus-Arten scheinen noch die folgenden Kino zu liefern: *E. stellulata Sieb.* (das hieraus dargestellte »Gummi« führt den Namen: Gree gum[2]), *E. Risdoni Hook.* (Dropping gum), *E. saligna Sm.* (Grey gum), *E. melliodora A. Cunn.* (Red gum), *E. odorata Behr.* (Red gum), *E. tereticornis Sm.* (Red gum), *E. Stuartiana F. Muell.* (Red gum), *E. eximia Schau.* (Rusty gum), *E. hæmatosa Sm.* (Spotted gum), *E. goniocalyx F. Muell.* (Spotted gum), *E. coriacea A. Cunn.* (Weeping gum), *E. botryoides Sm.* (Blue gum), *E. megacarpa F. Muell.* (Blue gum), *E. diversicolor F. Muell.* (Blue gum), *E. loxophleba Benth.* (York gum), *E. virgata Sieb.* (Gum top), *E. patens Benth.* (Black butle gum) und *E. ficifolia F. Muell.* (Black butle gum).

Das afrikanische Kino, aus dem auf Senegambien vorkommenden *Pterocarpus erinaceus Lam.* (*Drepanocarpus senegalensis Nees*) früher häufig dargestellt und nach Europa gebracht, ist nach Flückiger seit geraumer Zeit aus dem Handel verschwunden[3]).

Ebenfalls aus dem Handel verschwunden ist das aus dem Holze von *Cocoloba uvifera L.*, einer westindischen Polygonee, bereitete Kino von Jamaica.

Der orientalische oder bengalische Kino wird in Vorderindien aus der Rinde von *Butea frondosa Roxb.* (*= Erythrina monosperma Lam.*), einem Baum aus der Familie der Papilionaceen dargestellt[4]).

---

1) Untersuchungen über die Sorten von Eucalyptus-Kino. Zeitschrift des allgemeinen österr. Apothekervereins. 1871. Nr. 19.

2) In Bentham's und F. Mueller's ausgezeichnetem Werke über die Flora Australiens (Flora australiensis. London 1866. Vol. III. p. 188 ff.) werden die zahlreichen in Australien aus Eucalyptus-Arten dargestellten extractartigen Körper (Kino) durchweg als »Gummi« angesprochen. L. c. p. 185 heisst es sogar, dass diese Bäume Gummiharze liefern, und deshalb Gummibäume genannt werden.

3) l. c. p. 119.

4) Miquel, Flora von Nederl. Indië I. p. 206

a. Pterocarpus-Kino.

Diese Kinosorte wird auf der Malabarküste aus der Rinde des obengenannten Baumes dargestellt. Es wird gewöhnlich angegeben, dass auf Einschnitte aus der Rinde eine lichtröthliche (nach anderen Angaben dunkelroth gefärbte, aromatische) Flüssigkeit hervortritt, welche von selbst erstarren soll. Wahrscheinlicher ist jedoch die Angabe, dass der Rindensaft ausgekocht und eingedampft wird. Verlässliche Daten über die Darstellung dieser Drogue wären sehr erwünscht[1].

Diese Kinosorte besteht aus eckigen, nur wenige Millimeter messenden Stückchen von schwärzlicher, in's rothe fallender Farbe, starkem Glanze und adstringirendem hierauf etwas süsslichem Geschmacke. Die Dichte der Stücke beträgt etwa 1.2.

Im Mikroskope gesehen erscheinen selbst dickere Splitter rothbraun, durchscheinend, homogen im Aussehen, amorph und von Rissen durchsetzt. Im Polarisationsmikroskop erweist sich die Substanz des Kinos als einfach lichtbrechend.

In kaltem Wasser löst sich nur wenig vom Kino auf. Im heissen Wasser hingegen und in Alkohol geht fast die ganze Substanz in Lösung. Die Auflösung hat eine schön rubinrothe Farbe, reagirt deutlich sauer und bildet häufig einen Absatz; stets trübt sie sich jedoch an der Luft. Eisenoxydsalzlösungen rufen eine schmutziggrüne, starke Säuren eine lichtbräunliche, etwas in's röthliche ziehende Fällung hervor.

Das Pterocarpus-Kino enthält als Hauptbestandtheil Kinogerbsäure, Brenzcatechin, ferner Catechusäure, nach Flückiger wahrscheinlich auch Catechugerbsäure, endlich Wasser und Mineralbestandtheile; es liefert etwa 1.3 Proc. Asche (Flückiger).

Die Kinogerbsäure lässt sich aus ihrer Auflösung, gleich der Catechusäure und Catechugerbsäure, durch Mineralsäure ausfällen, das Brenzcatechin durch Aether entziehen. Es ist noch nicht erwiesen ob das im Kino auftretende Brenzcatechin schon in der Rinde fertig gebildet war, oder ob es erst bei der Bereitung des Kinos entstand. Ersteres ist durch die in neuerer Zeit durch Gorup Besancz erfolgte Auffindung des Brenzcatechins in den Blättern der Jungfernrebe *(Ampelopsis hederacea Mich.)*[2] keineswegs unwahrscheinlich.

Die Kinogerbsäure scheidet beim Stehen unter Aufnahme von Sauerstoff Kinosäure (Kinoroth) ab.

---

[1]) Nach Flückiger (l. c. p. 118) soll auch Kinosaft, im frischen, unveränderten Zustande im englischen Handel gegenwärtig vorkommen.

[2]) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. IV. p. 509.

b. Eucalyptus-Kino.

Ueber die Bereitungsweise des australisehen Kino, fälschlich auch Eucalyptusgummi genannt, habe ich in der Literatur nichts aufgefunden. Das häufige Vorkommen von Rindenstücken in der Waare zeigt indess deutlich, dass diese Drogue aus der Rinde der Eucalyptus-Bäume gewonnen wird. Doch muss einstweilen noch dahingestellt bleiben, ob das Kino ein Extract, oder ein durch Einschnitte zum Ausfluss gebrachter Rindensaft ist. Ersteres ist wahrscheinlicher, und deuten die Eigenschaften auch darauf hin, dass es nicht durch freiwillige Eintrocknung sondern durch künstliches Eindampfen in feste Form gebracht wurde.

Das Eucalyptus-Kino bildet entweder tropfenförmige Stücke oder Bruchstücke sehr verschiedener Grösse. Manche Sorten bestehen aus einer kleinkörnigen, bröseligen Masse, andere aus grossen, bis 10 Centim. grossen Bruchstücken. Die Farbe ist je nach der Abstammung verschieden. Tief roth gefärbt ist das Kino von *Eucalyptus corymbosa*, zirkonroth das von *E rostratus*, *amygdalina*, *gigantea*, *piperita* und *fissilis;* schwarzroth das von *E. leucoxylon* und *fabiorum*; von Aussehen des Pterocarpus-Kino: das Kino von *E. amygdalina*, *viminalis* und *obliqua;* rothbraun das von *E. globulus*, *corynocalyx;* von der Farbe und überhaupt dem Aussehen der Aloë lucida (A. socotrina) das von *E. citriodora* und *maculata* Der Glanz des australischen Kino stimmt in der Regel mit jenem des Pterocarpus-Kino überein, nur die von *E. corynocalyx*, *amygdalina*, *pilularis* und *fissilis* herrührenden Sorten sind auf frischer Bruchfläche fettglänzend, auf alter Bruchfläche häufig ganz glanzlos. Geruch ist an dem australischen Kino nicht wahrzunehmen. Der Geschmack ist zusammenziehend. Die Dichte der Körner ist gleich 1.11, nach völliger Entfernung der Luft 1.14.

Im Mikroskope erscheinen selbst gröbere Splitter mit gelbrother Farbe durchscheinend und krystallfrei; es zeigt sich ferner bei Betrachtung des australischen Kino's zwischen den Nicol'schen Prismen, dass die Substanz völlig isotrop ist.

In Wasser und in Weingeist lösen sich die Arten des Eucalyptus-Kino mehr oder minder leicht und vollständig. Die Lösungen reagiren meist sauer; die wässerigen Lösungen schäumen beim Schütteln.

Sehr leicht löst sich im Wasser das Kino von: *E. corymbosa, globulus*, *rostratus*, *leucoxylon*, *citriodora*, *maculata*, *calophylla*, *amygdalina*, *piperita*, *pilularis* und *obliqua.* Die übrigen der oben genannten sechzehn Eucalyptus-Arten liefern ein in Wasser schwer lösliches Kino. Die Kinolösungen mit saurer Reaction sind im erkalteten Zustande trübe, klären sich aber beim Erwärmen. — Tief blutrothe Lösungen geben

das Kino von *Eucalyptus corymbosa* und *pilularis*, die übrigen Kinoarten sind entweder röthlich gelb oder gelblich gefärbt.

Alle Sorten lösen sich in Weingeist entweder vollständig oder mit Hinterlassung geringer Substanzmengen auf, bis auf die von *Eucalyptus giganta* herrührende, welche so reich an Gummi ist, dass sie sich in Weingeist fast gar nicht auflöst.

Aus den Lösungen aller Sorten von Eucalyptus-Kino fällt die Kinogerbsäure durch Schwefelsäure, als blassrothe, flockige Substanz. Mit kleinen Mengen von Eisenchlorid kann man in den wässerigen Lösungen aller Sorten von Eucalyptus-Kino, mit alleiniger Ausnahme der von *E. obliqua* herrührenden, schmutziggrüne Niederschläge hervorrufen. Eisenoxydsalze geben mit der wässerigen Lösung der letztgenannten Sorte eine dunkelviolette Fällung.

Bemerkenswerth ist die Thatsache, dass die wässerigen Lösungen einiger Sorten von Kino (von *E. corymbosa*, *citriodora* und *maculata*) einen angenehmen, dem Bordeauxwein ähnlichen Geruch zu erkennen geben.

Das australische Kino enthält: Kinogerbsäure, Catechusäure (immer?), Brenzcatechin, häufig eine dem arabischen Gummi nahestehende, in Wasser leicht lösliche Gummiart und Wasser. Mineralische Substanzen kommen nur in sehr geringer Menge vor, da reine, d. i. rindenfreie Stücke nur Spuren von Asche liefern. Frei von Gummi ist das Kino von *Eucalyptus corymbosa*, *globulus*, *rostratus*, *corynocalyx*. *calophylla*, *piperita* und *obliqua*. Wie schon erwähnt, ist das Kino von *Eucalyptus gigantea* sehr reich an Gummi.

Das australische Kino kommt aus verschiedenen Ländern Australiens unter den Namen Blood-wood gum, Red gum, Spotted gum, Black butle gum u. s. w. in den Handel, und zwar aus Victoria, Neusüdwales und Quensland. Die besten Sorten stammen von *Eucalyptus corymbosa*, *rostrata* und *citriodora*, die geringsten von *E. fabiorum*, *gigantea* und *viminalis*.

c. Butea-Kino.

Nach Flückiger[1]) bildet dieses Kino kleine, schwachglänzende Tropfen, denen noch Blatt- und Korkstückchen anhaften. In kochendem Wasser quellen die Körner blos auf, ohne an das Lösungsmittel gefärbte Substanz abzugeben. Mit Kalilauge verwandelt sich dieses Kino in eine schön carminroth gefärbte Gelatin, die sich mit Wasser

1) l. c. p. 119.

zu einer flockigen Lösung verdünnen lässt. Feine Splitter des Butea-Kino färben sich mit Eisenvitriol grün.

Die zwei erstgenannten Kinosorten können so wie Catechu und Gambir zum Färben und Gerben angewendet werden, und finden in Australien, und im beschränkten Masse auch in Europa schon diese Verwendung. Die erstgenannte Kinosorte wird wie Catechu und Gambir auch medicinisch benutzt.

Ein Art Kino wird in Neusüdwales aus der Rinde von *Acacia decurrens Willd.* dargestellt.

Siebenter Abschnitt.

Pflanzenfette.

In diesem Capitel werde ich über Vorkommen, Entstehung, chemische Beschaffenheit und über die physikalischen Eigenschaften der Pflanzenfette abhandeln, mich aber im speciellen Theile blos darauf beschränken, jene im Handel erscheinenden, zumeist aus den Tropenländern stammenden Pflanzenfette zu besprechen, die gleich in den Heimatsorten erzeugt, und deren der Stammpflanze direct entnommenen Rohstoffe im Handel nicht vorkommen. Jene Fette hingegen, welche aus zur Handelswaare gewordenen Samen, Früchten u. s. w. erhalten werden, werde ich im Anschluss an den betreffenden Rohstoff, also in den Abschnitten: Samen, Früchte u. s. w. besprechen.

Die Fette bilden eine Gruppe von Körpern, die sowohl durch ihre physikalischen Eigenschaften als durch ihre chemische Constitution scharf characterisirt sind. Sie sind Verbindungen von einer oder häufig mehreren Fettsäuren mit Glycerin, sind bei gewöhnlicher Temperatur flüssig oder fest, erzeugen bleibende Fettflecke auf Papier, lösen sich im siedenden Alkohol, im kalten oder warmen Aether auf und haben stets eine geringere Dichte als das Wasser. Einstweilen möge diese beiläufige Characterisirung der Fette genügen.

Die Pflanzenfette gehören zu den verbreitetsten Pflanzenstoffen. In grosser Menge treten sie als Reservenahrung in Früchten und Samen, seltener in unterirdischen Pflanzenstoffen, z. B. im Erdmandelgrase, *Cyperus esculentus L.*, auf. In kleinen Mengen kommen sie fast in allen Geweben der phanerogomen und cyptogomen Gewächse vor, und so ist es zu erklären, dass die Massenanalyse ganzer Pflanzentheile, z. B. Blätter, stärkemehlhaltiger Samen (Hülsenfrüchte), stärkeführender Früchte (Getreidearten) u. s. w. wohl ausnahmslos, zum mindesten eine geringe Menge von Fett nachweist.

Gewöhnlich kömmt das Fett im Inhalte der Zellen und nur selten in der zerfallenden Zellwand vor; letzteren Fall sehen wir z. B. im Gewebe der Runkelrübe. Das Fett bleibt im Gewebe gewöhnlich dort liegen, wo es entsteht, und findet sich in Folge dessen fast immer im Gewebe eingeschlossen vor; nur selten dringt es auf eine uns bis jetzt noch nicht bekannte Art aus ihren Erzeugungsstätten hervor und bedeckt die Organe in mehr oder minder dichter Schicht, wie dies z. B. bei den Samen der *Stillingia sebifera*, welche den chinesischen Talg des Handes liefern, der Fall ist.

In kleiner Menge kömmt Fett im Protoplasma jugendlicher Zellen vor. In grösseren Mengen findet es sich als Bestandtheil des wässerigen Zellsaftes in Form von kleinen Tröpfchen oder kleinen runden Ballen, neben Resten von Protoplasma, welche als feinkörnige oder schleimige Masse gleichfalls im Zellwasser suspendirt sind. Als Begleiter des Fettes in den Zellen finden sich vor: Stärkekörnchen (Muskatnüsse), Aleuronkörner (Cacaobohne), Chlorophyll (Fruchtfleisch der Olive), körnige Farbstoffe (Samengewebe von *Virola sebifera*), Harzkörnchen (Baumwollensamen), im Fette gelöste Farbstoffe (Palmfett) u. s. w.

In der Mehrzahl der Fälle treten die Fetttröpfchen oder Fettballen als solche im Zellsafte suspendirt auf; in manchen Fällen, z. B. im Fruchtfleisch der Olive hat es den Anschein, als würden die Fetttröpfchen von eigenthümlichen zarten Membranen umhüllt sein (Fettbläschen).

Nach den Untersuchungen von J. Sachs sind die in fettreichen Samen so häufig auftretenden Aleuronkörner Gemenge aus Fett und Eiweisskörpern [1]).

Ueber die Entstehungsgeschichte des Fettes in den Pflanzenzellen ist fast noch nichts bekannt. Ob das Fett unmittelbar aus Körnchen des Plasma's hervorgeht oder ob es aus bläschenförmigen Gebilden, die im Zellsafte suspendirt sind, entsteht, ist noch nicht erwiesen.

Die Fette sind bei gewöhnlicher Temperatur entweder flüssig oder fest. Im erstern Falle werden sie Oele, im letztern Talg oder Butter genannt. Die vegetabilischen Talgarten schmelzen gewöhnlich unter 50° C. Die Pflanzenfette sieden etwa bei 300° C. Darüber hinaus erhitzt verflüchtigen sie sich, wobei ein Theil zersetzt wird, ein anderer Theil unverändert entweicht (Fettsäure). Der Zersetzung verfällt bei höherer Temperatur das Glycerin der Fette, und verwandelt sich hierbei in eine Substanz von höchst unangenehm und äusserst intensiven, stechenden Geruch, in Acroleïn. Die Ausstossung der Acroleïndämpfe beim

1) Lehrbuch der Botanik 1870. p. 53.

Erhitzen der Fette bildet ein sehr wichtiges Kennzeichen derselben. Die Dichte der Fette ist stets geringer als die des Wassers.

Der Geruch der Pflanzenfette ist im frischen Zustande oft ein recht angenehmer, so hat frisches Palmöl den lieblichen Geruch der Veilchenwurzel, Cacaobutter den Geruch der Cacaobohne, Muskatbutter den Duft der Muskatnüsse u. s. w. Mit der Zeit nehmen die meisten Fette einen unangenehmen, ranzigen Geruch an.

Der Geschmack der frischen Pflanzenfette ist anfänglich in der Regel angenehm, milde. Nur selten macht sich schon an frischem Fett ein intensiver Geschmack bemerklich, z. B. bei dem Carapafett, das intensiv bitter schmeckt. Der unangenehme Geschmack ranzig gewordener Fette ist bekannt. — Geruch und Geschmack sind für manche Fette höchst characteristische Kennzeichen.

Ausgesprochene Färbungen finden sich nur bei wenigen Pflanzenfetten vor, und sind in diesen Fällen characteristisch. Frisches Palmfett ist orangegelb; mit der Zeit nimmt die Farbe ab, und wenn es völlig ranzig geworden ist, hat es eine schmutzig weisse Farbe angenommen. Frisches Palmfett von *Astrocaryum vulgare* ist zinnoberroth und selbst nach Jahren büsst es an Intensität der Färbung nichts ein. Gewöhnlich sind die Fette gelblich, grünlich oder schmutzig weiss gefärbt; selten farblos (manche Sorten von Olivenöl) oder reinweiss (Cocosnussfett, Vateriatalg).

Das Aussehen und besonders der Glanz der Fette sind so bekannt, dass an diese Eigenthümlichkeiten hier nur erinnert werden soll.

Fast alle Fette verursachen schon bei gewöhnlicher Temperatur auf Papier Fettflecke, welche beim Erwärmen nicht verschwinden. Aber selbst die Fette von verhältnissmässig höheren Schmelzpuncten verursachen Fettflecke wenn sie erhitzt werden. Von einem Docht aufgesaugt, brennen alle Fette.

Mikroskopisch untersucht erscheinen die starren Fette bei gewöhnlicher Temperatur durchwegs als Gemenge von festen und flüssigen Substanzen. Der feste Antheil besteht hauptsächlich aus Krystallen, welche fast immer in Gestalt von vereinzelten oder zu büschelförmigen oder kugeligen Aggregaten vereinigten Nadeln auftreten. Die Krystallgruppen erreichen oft eine Grösse, so dass sie, wie z. B. in der Muskatbutter und manchen ranzig gewordenen Fetten, schon für das freie Auge erkennbar werden. Die Krystalle sind nichts anderes als freie Fettsäuren. Erwärmt man das Fett am Objectträger bis auf den Schmelzpunct, so bleiben gewöhnlich noch feste amorphe Körnchen in der Masse zurück. Nach dem Erkalten krystallisiren die Fettsäuren heraus, und zwar meist in Nadelform. Aus dem geschmolzenen Fett von *Astrocaryum vulgare* scheidet sich ein Theil der Fettsäure hin-

gegen in Form von tafelförmigen Krystallen ab, Formen, welche in dem natürlichen Fett nicht enthalten sind. Bemerkenswerth ist, dass aus manchen krystallreichen Fetten die Fettsäuren aus dem geschmolzenen Fett, selbst wenn sie stundenlang bei einer Temperatur belassen werden, bei welcher das gewöhnliche Fett halbfest und krystallreich ist, nicht herauskrystallisiren, sondern sich erst nach Tagen oder nach starker Abkühlung ausscheiden, ein z. B. am Cocosnussfett zu beobachtender Fall. In den oleïnarmen festen Fetten erscheint das flüssige Fett in Form von Tröpfchen, in den oleïnreichen als flüssige Grundsubstanz, in welcher die Krystalle und die amorphen Körnchen suspendirt sind. Die flüssige Masse erscheint unter dem Mikroskop häufig nicht homogen, sondern führt Tröpfchen von anderer Lichtbrechung. Im Palmfett und im Fett von *Astrocaryum vulgare* zeigen diese Tröpfchen eine (optisch) röthliche Färbung, etwa wie die Vacuolen der Hefezellen. — Die Farbstoffe der Fette erscheinen bei mikroskopischer Untersuchung entweder im flüssigen Oele gelöst (Palmfett, Fett von *Astrocaryum vulgare* u. s. w.), oder in Form von Körnchen zwischen den Krystallen (Virolafett), oder in Zellen eingeschlossen (Bassiafett). — In den Fetten treten nicht selten ganze Zellen oder Gewebsstücke, besonders häufig in solchen, welche durch Auskochen erhalten werden, auf. Dieselben führen entweder Fett, manchmal auch Stärkekörnchen (Myristicafett) oder Farbstoffe.

Löslichkeitsverhältnisse. Gewöhnlich wird angegeben, dass die Fette in Wasser unlöslich sind. Es scheint jedoch, dass sie im Wasser nicht absolut unlöslich, sondern nur äusserst schwer löslich sind. Schüttelt man nämlich Fette mit Wasser, so kann man dem letzteren durch Aether eine sehr kleine Fettmenge entziehen[1]. Alkohol löst in der Kälte von dem Fette in der Regel nur wenig. Nur Ricinusöl wird schon von kaltem Alkohol völlig gelöst. Von Aether, Schwefelkohlenstoff, ätherischen Oelen, Aceton und Holzgeist werden fast alle leicht gelöst. Schwefel und Phosphor werden von den Fetten in Lösung gebracht.

Chemische Zusammensetzung. Die Hauptmasse der natürlichen Fette besteht aus Fettsäuren und Oelsäuren, welche an Glycerin gebunden sind. Es sind dies die Fette im Sinne der Chemie. Die Fette in jenem Zustande, wie sie aus den Pflanzen abgeschieden werden, sind jedoch niemals reine Glyceride, sondern enthalten noch grössere oder kleinere Mengen freier Fettsäure, riechende Substanzen, Farbstoffe, Eiweisskörper. Im Olivenöl tritt Cholosterin, im Carapafett

1) Gerhardt, Org. Chemie Bd. II. p. 1006 ff.

eine äusserst bittere Substanz, wahrscheinlich Strychnin, in Myristicafett Stärke auf, u. s. w.

Die Fette enthalten meist Palmitinsäure $\left.{C_{16}H_{31}\Theta \atop H}\right\}\Theta$, Stearinsäure $\left.{C_{18}H_{35}\Theta \atop H}\right\}\Theta$ und Oelsäure $\left.{C_{18}H_{33}\Theta \atop H}\right\}\Theta$ (Oleïnsäure) an Glycerin gebunden als Tripalmitin, Tristearin und Triolein.

Aber auch andere Glieder der Fettsäure- und Oelsäurereihe finden sich häufig in den Fetten vor. So z. B. die Essigsäure $\left.{C_2H_3\Theta \atop H}\right\}\Theta$ die Propionsäure $\left.{C_3H_5\Theta \atop H}\right\}\Theta$, die Buttersäure $\left.{C_4H_7\Theta \atop H}\right\}\Theta$, die Valeriansäure $\left.{C_5H_9\Theta \atop H}\right\}\Theta$, in manchen ranzig gewordenen Pflanzenfetten; die Capronsäure $\left.{C_6H_{11}\Theta \atop H}\right\}\Theta$ im Cocosnussfett, die Pelargonsäure $\left.{C_7H_{13}\Theta \atop H}\right\}\Theta$ im Pelargoniumöl, die Laurostearinsäure $\left.{C_{12}H_{23}\Theta \atop H}\right\}\Theta$ im Lorbeerfett, im Pichurimfett, im Cocosnussfett u. s. w.; die Myristinsäure $\left.{C_{14}H_{27}\Theta \atop H}\right\}\Theta$ im Myristicafett, die Cocinsäure $\left.{C_{13}H_{25}\Theta \atop H}\right\}\Theta$[1]) im Cocosnussfett, und einige andere, welche bei den betreffenden Fetten genannt werden sollen. — Ausser der schon oben erwähnten Oleïnsäure finden sich in den Pflanzenfetten noch andere Oelsäuren so z. B. die Crotonsäure $\left.{C_4H_5\Theta \atop H}\right\}\Theta$ im Crotonöl, die Hypogaeasäure $\left.{C_{16}H_{29}\Theta \atop H}\right\}\Theta$ im Erdnussöl, die Erucasäure $\left.{C_{22}H_{41}\Theta \atop H}\right\}\Theta$ im Senföl.

Durch Alkalien können alle Fette verseift werden. Bei der trockenen Destillation zersetzen sie sich. Das Glycerin liefert hierbei Akroleïn. Die frei werdenden fetten Säuren werden durch die Hitze entweder zerstört oder können unverändert sublimirt werden.

Reine feste Fette verändern sich an der Luft gar nicht. Die rohen festen Pflanzenfette, die neben den Glyceriden auch noch andere Stoffe z. B. Eiweiskörper führen, absorbiren alsbald Sauerstoff, werden etwas consistenter und nehmen einen unangenehmen Geruch und Geschmack an, sie werden ranzig. Das Ranzigwerden beruht auf einer Spaltung der Fette in freie Fettsäuren, welche aus der Masse herauskrystallisiren, wodurch das Gemisch an Consistenz gewinnt, und Glycerin, welches sich den ranzigen Fetten durch Wasser entziehen lässt; ferner auf der Bildung von Buttersäure, Valeriansäure und Capronsäure, welche

1) Gerhardt l. c. II. p. 907 ff.

den unangenehmen ranzigen Geruch und Geschmack bedingen. Reine flüssige Fette erhalten sich wie reine feste unverändert.

Die unreinen flüssigen Pflanzenfette (Oele) werden hingegen beim längeren Stehen an der Luft entweder ranzig oder aber fest; in ersterem Falle nennt man sie nicht trocknende, im letzteren Falle trocknende Oele. Das Ranzigwerden der Fette wurde in neuerer Zeit häufig als Gährung gedeutet. Fermentorganismen sind indess bis jetzt in den ranzig werdenden Fetten noch nicht beobachtet worden. Ich habe bei der mikroskopischen Untersuchung der Fette allerdings hin und wieder Pilzsporen und kleine Pilzmycelien beobachtet, allein stets nur in sehr kleinen Quantitäten. Da nun solche Organismen bei genauer Untersuchung sich fast an allen längere Zeit mit der Luft in Berührung gestandenen Körpern nachweisen liessen, so kann auf deren Vorkommen in den Fetten kein Gewicht gelegt werden. Auch habe ich in den Fetten an diesen Gebilden nie Sprossung oder überhaupt Vermehrung wahrgenommen. — Die trocknenden Oele verfallen selbst in chemisch reinem Zustande unter Sauerstoffaufnahme der Eintrocknung.

Uebersicht der fettliefernden Gewächse[1]).

I. Burseraceen.

Irwingia Barteri Hook., s. Dikafett.

II. Euphorbiaceen.

Stillingia sebifera Willd. (= *St. sebifera Mich.* = *Croton sebiferum L.*), s. Chinesischer Talg.

III. Meliaceen.

Carapa guianensis Aubl. (= *Xylocarpus Carapa Spreng.* = *Persoonia cuareoides Willd.*), s. Carapafett.

C. Touloucana Perot. (= *C. guineensis Sweet.*), s. Carapafett.

IV. Dipterocarpeen.

Vateria indica L., s. Vateriafett.

Hopea makrophylla De Vrise, H. Balangeran De Vrise, H. aspera De Vrise, H. lanceolata De Vrise, auf den Sundainseln, liefern eine Art

1) In obiger Zusammenstellung werden nur jene fettliefernden Pflanzen nahmhaft gemacht, deren zur Fettgewinnung dienende Theile nicht Gegenstand des Handels sind.

von vegetabilischem Talg, welcher von Singapora aus als Borneotalg nach England und Holland kommen und in der Kerzenfabrikation sowie zur Verfertigung von Maschinenschmieren dienen soll. Auf Borneo heisst dieses Fett Minjak Tangkawang. S. Henkel, Zeitschrift des österr. Apothekervereins 1865 p. 63 ff. und Neues Jahrbuch für Pharmacie 1865. Ueber die Eigenschaften und Kennzeichen dieser Waare ist noch nichts bekannt geworden.

V. Clusiaceen.

Pentadesma butyracea Don. Sierre Leone. Die Frucht liefert beim Pressen ein gelbes unangenehm harzig riechendes Fett. Henkel l. c.

Garcinia purpurea Roxb. Indien. Giebt das Kokum oil, ein talgartiges, brüchiges, weissliches oder gelbliches Fett, das zur Verfälschung der Sheabutter dienen soll. Henkel l. c.

VI. Myristiceen.

Myristica moschata Thurb. (= *M. fragrans Houtt.* = *M. aromatica Lam.* = *M. officinalis L. fil.*), s. Muskatbutter.

M. Otoba Humb. et Bonp., s. Otobafett.

M. officinalis Mart., s. Bicuhibafett.

Virola sebifera Aubl. (= *Myristica sebifera Juss.*), s. Virolafett.

VII. Oleineen.

Olea europæa L., s. Olivenöl.

VIII. Sapoteen.

Bassia butyracea Roxb., s. Bassiafett.

B. latifolia Roxb., (= *Madhura indica Gmel.*), s. Bassiafett.

B. longifolia Roxb., s. Bassiafett.

IX. Laurineen.

Lepidadenia Wightiana Nees ab Es. (= *Cylicodaphne Wightiana Nees et Arn.*). Im westlichen Java. Liefert ein Fett, welches dort Minjak Tangkallah genannt, und zur Kerzenbereitung verwendet wird. Miquel, Fl. v. Nederl. Indië. I. 934. Henkel l. c.

X. Antidesmeen.

Putranjiva Roxbourghii. Aubr. (?) Indien. Die Samen geben ein Oel. Cat. des col. fr. p. 89.

XI. Palmen.

Cocos nucifera L., s. Cocosnussfett.

Cocos butyracea L. (= *Elæis butyracea Kunth*). Brasilien. Soll einen Theil des käuflichen Cocosnussfettes liefern. Duchesne l. c. p. 26. Henkel, Die Naturproducte im Welthandel. Stuttgart 1868. I. p. 254.

Attalea Cohune Mart. Hondouras. Liefert eine Art Cocosnussfett. Journal of the Society of arts. II. Nr. 81 p. 500. Seemann, Die Palmen. Leipzig 1867 p. 55.

Elaïs guineensis L. (= *Elæis guineensis Jacq.*), s. Palmfett.

E. melanococca Gært. Liefert auf Panama Fett. Seemann, Herald Exped. p. 71.

Alfonsia oleifera Humb. (= *E. melanococca Gært.*). Caiaue der Brasilianer. Scheint identisch mit *E. pernambucara Lodd.* Seemann, Die Palmen p. 142.

Astrocaryum vulgare Mart., s. Fett von *Astrocaryum vulgare.*

Guilielma speciosa Mart. (= *Bactris gasipaes Kunth*). Guiana und Neugranada. Die Samen (*graines de Paripou*) geben ein Fett, wovon sie 31.4 Proc. enthalten. Duchesne l. c. p. 25. Cat. des Col. fr. p. 88.

Oenocarpus bacaba Mart. Brasilien, Guiana. Die Samen liefern eine Art Palmfett (*huile de Comon*). Seemann l. c. p. 187. Cat. des col. fr. p. 88.

Oe. Batava Mart. Am Maranhon und Orinoco. Spruce, Hook. Journ. of Bot. VI. p. 334. Seemann l. c. p. 187.

Acrocomia sclerocarpa Mart. (= *Bactris minor Gært.*). Auf Trinidad, Jamaika und in Brasilien wird aus dem Samengewebe ein gelbliches Fett mit Veilchengeruch abgeschieden, welches in Westindien stark verbreitet ist, und auch im europäischen Handel unter Palmöl häufig vorkommen soll. Nach Simmonds werden die Samen schwach geröstet und auf einem Mühlgang zerquetscht, hierauf mit kochendem Wasser behandelt und in Säcken zwischen erwärmten Eisenplatten ausgepresst. Die Samen sollen 70—80 Proc. Fett geben. Duchesne l. c. p. 24. Seemann l. c. p. 32. Henkel, Zeitschr. d. österr. Apothekerv. 1865. p. 63. Cat. des col. fr. p. 88.

1) Palmfett.

Dieses Fett, auch Palmöl genannt, stammt von einer im westlichen Afrika einheimischen, besonders häufig in Guinea vorkommenden Palme, *Elæis guineensis*, welche in neuerer Zeit auch in den Tropengegenden Amerika's so z. B. in der Provinz Amazonas in Brasilien[1]),

---

1) Das Kaiserthum Brasilien auf der Pariser Ausstellung 1867. Rio de Janeiro 1866. p. 65.

ferner in Westindien stark cultivirt wird[1]. Das Palmöl ist gegenwärtig wohl das unter den Pflanzenfetten am stärksten industriell verwerthete. Seit es in England in so ausgedehntem Massstabe in der Seifen- und Kerzenfabrication Anwendung gefunden hat, bürgerte sich dessen Gebrauch auch in der Industrie der übrigen Länder Europa's ein, und seit etwa fünfzehn Jahren zählt es zu den wichtigsten Handelsartikeln, die Europa aus den Tropengegenden bezieht. Trotzdem aber das Palmfett erst in neuester Zeit sich zu grosser industrieller Bedeutung aufschwang, ist es im Handel Europa's schon lange bekannt, und kennt man hier schon seit dem vorigen Jahrhundert seine Abstammung, Herkunft und Bereitungsweise[2].

Der Sitz des Fettes ist die fleischige Fruchthülle, in deren Zellen es in Form von Tropfen oder Klumpen vorkömmt. Auch in dem starren Gewebe des Sameneiweisses (Palmenkerne) findet sich ein Fett vor, das man in neuester Zeit gewinnt (Palmkernöl). Da aber dessen Darstellung mit Schwierigkeiten verbunden ist, so wird es gewöhnlich nicht in der Heimat der Oelpalme gewonnen, sondern erst in Europa nach sehr vollkommenen Verfahren dargestellt. Das chocoladenbraune Palmkernöl lässt sich durch Bleiche in ein völlig weisses Fett verwandeln[3].

Die Frucht von *Elæis guineensis* ist pflaumenförmig, 2.5 Cent. lang, orange bis zinnoberroth gefärbt, und hat die Consistenz der Olive. Diese pflaumenförmigen Früchte stehen an den Fruchtständen so dicht nebeneinander, dass sie sich durch gegenseitigen Druck polyedrisch abgrenzen. Sie keilen sich gegenseitig so stark ein, dass es schwer ist eine Frucht mitten aus dem Fruchtstand herauszunehmen. Schneidet man hingegen die obersten Früchte weg, so ist es leicht, jede einzelne Frucht vom Stiele abzulösen.

Nach Schweinfurth werden in den Mombattuländern die reifen Früchte entkernt und aus dem Fruchtfleisch das Oel ausgepresst, wel-

---

1) Maycock, Flora Barbadensis. London 1830. p. 391.

2) Böhmer l. c. p. 660 ff. Hier auch die ältere Literatur über diesen Gegenstand. Im vorigen Jahrhundert wurde das Palmfett in Deutschland häufig imitirt, indem man thierischen Talg mit Carcuma färbte und durch Veilchenwurzel parfümirte. (l. c. p. 161.)

3) Dass man indess auch in einigen Ländern der Tropenwelt aus den Palmkernen das Fett abzuscheiden versteht, geht aus Schweinfurth's Wahrnehmungen hervor. In den Mombattuländern werden nämlich die harten Kerne von *Elæis guineensis* in Krüge gefüllt, in die Erde versenkt und darüber ein Feuer angemacht, worauf alsbald das Palmkernöl austritt. Das Product hat einen unangenehmen brenzlichen Geruch. (S. Botanische Ergebnisse der ersten Reise nach Niam-Niam. Bot. Zeitung 1871 p. 336 ff.) Auch in Brasilien wird Palmkernöl gewonnen. (Das Kaiserthum Brasilien etc. p. 65.)

ches in der Farbe der Frucht gleichkömmt, anfänglich einen höchst angenehmen Geschmack besitzt und dort als Nahrungsmittel dient. Das Fett verdirbt aber bald und nimmt dann eine breiartige Consistenz an, die es selbst in der grössten dort herrschenden Wärme beibehält.

An der Westküste von Afrika und zwar von Sierra Leone südlich bis Loango, woher gegenwärtig die grössten Mengen von Palmöl in den Handel kommen, verfährt man nach Sauermann[1]), welcher am Orte selbst der Gewinnung anwohnte, in anderer Weise. Feines Oel, das jedoch nicht in den Handel kömmt, sondern im Lande zur Bereitung von Speisen dient, wird durch Kochen der Früchte in Wasser, durch Losstampfen des Fruchtfleisches in Mörsern und durch nochmaliges Kochen der fleischigen Masse in Wasser, wobei das Fett an der Flüssigkeitsoberfläche schwimmt, gewonnen. Auch soll man es dort verstehen, durch starke Erhitzung das Oel farblos zu machen. (Bekanntlich hat man bei uns die künstliche Bleichung des Palmöls durch Oxydationsmittel fast ganz verlassen, und entfärbt es durch einfache Erhitzung.) Um die für den Handel bestimmte Palmbutter zu bereiten, lässt man die reifen Früchte so lange in Haufen zusammengeworfen liegen, bis sie zu faulen beginnen. Nunmehr lassen sich die Kerne sehr leicht aus dem Fruchtfleische entfernen. Die mürbe Masse wird in Mörsern zu Brei zerstampft, dieser erwärmt, in Säcke gethan und ausgerungen. Den rückständigen Brei kocht man mit Wasser, wobei sich das Oel an der Oberfläche des Wassers ansammelt und abgeschöpft wird. Man erhält so eine bessere Sorte. Schlechte, unreine Sorten werden auf den Schiffen durch Kochen mit Wasser in grossen Kesseln gereinigt.

Frisches Palmöl hat bei mittlerer Temperatur Butterconsistenz. Es ist lebhaft orangegelb gefärbt und riecht angenehm veilchenartig (richtiger gesagt nach Veilchenwurzel). Der Luft ausgesetzt, nimmt die Farbe immer mehr und mehr ab, endlich wird es weiss und riecht dann nicht mehr veilchenartig, sondern ranzig. Frisch schmeckt es milde, alt ranzig. Frisch schmilzt es schon bei 24—27° C., alt erst bei 30—35.5° C. Nach Pohl[2]) soll der Schmelzpunct ranziger Palmöle bis 42.2° C. steigen.

Am frischen Palmfett erkennt man bei 20° C. im Mikroskope eine gelbliche, ölige Grundsubstanz, in welcher theils kleine Krystallnadeln und kleine Gruppen solcher Krystalle, theils (optisch) röthlich erscheinende Tröpfchen enthalten sind. Im alten ranzigen Palmfett

---

1) Wagner, Jahresbericht über die Leistungen in der chemisch. Technologie 1861 p. 490 ff.

2) Sitzungsberichte der Wiener Akademie Bd. 12. p. 82.

ist die Masse der Krystalle (Fettsäure) eine viel grössere; sie treten hier in grossen rundlichen Klumpen auf. Schon an halbranzigem Palmfett erkennt man mit freiem Auge in einer licht gelblichen öligen Grundmasse dichtere weissliche Partien, die sich als Aggregate krystallisirter Fettsäuren im Mikroskope erweisen. Schmilzt man das Palmfett, so krystallisiren nach dem Erkalten die Fettsäuren in Form kleiner dendritischer Krystallaggregate heraus.

Das Palmöl besteht vorwiegend aus Palmitin (Tripalmitin) und Oleïn; ferner enthält es freie Palmitinsäure und Oelsäure, welche Fettsäuren im freien Zustande mit dem Ranzigwerden zunehmen, und Glycerin, das dem Palmöl durch Wasser entzogen werden kann. Ferner enthält es eine riechende Substanz, wahrscheinlich dieselbe, welche auch im trockenen Rhizom der Schwertlilie (Veilchenwurzel), im Blauholz, in einigen Sorten von Rothholz und in verschiedenen Theilen vieler anderer Pflanzen vorkömmt. Die färbende Substanz lässt sich durch Wasser nicht entziehen, sie ist im Fett nicht suspendirt, sondern aufgelöst. Pelouze und Boudet nehmen im Palmfett ein Ferment an, welches die Zerlegung der Fette in Fettsäure und Glycerin bedingen soll.

In kaltem Alkohol ist Palmfett nur wenig löslich. In heissem Alkohol und Aether löst es sich leicht und vollständig auf.

Das Palmöl erscheint im Handel theils im rohen Zustande, und ist dann, wenn es eben nicht stark ranzig geworden ist, gelb bis orange gefärbt, theils gebleicht. In dem durch Hitze entfärbten Palmöl ist die Palmitinsäure zum grössten Theile oder gänzlich in Palmitonsäure umgewandelt[1].

Das Palmöl wird in der Seifenfabrication, ferner zur Darstellung einer Art von Talglichtern, den sogenannten Stearinlichtern — nicht mit den aus Stearinsäure bestehenden Stearinkerzen zu verwechseln — zu Maschinenschmiere u. s. w. verwendet.

2) Fett von Astrocaryum vulgare.

Dem Palmöl steht in den äusseren Eigenschaften sehr nahe das Fett von *Astrocaryum vulgare*, einer Palme Guiana's. Im Handel wird es Aouaraöl[2] genannt und dem Palmöl zugezählt, von dem es sich jedoch durch einige Eigenschaften präcise unterscheiden lässt.

---

1) Handwörterbuch der Chemie. Fette. p. 106 ff.

2) Die französischen Colonisten unterscheiden zwei Arten von Oelpalmen, *Aouara d'Afrique* oder *A. de Guinée (Elæis guineensis)* und *Aouara de la Guiane (Astrocaryum vulgare)* und dem entsprechend ein *Aouaraoel* von Guinea und Guiana. S. Duchesne l. c. p. 27 und Cat. des col. fr. p. 88.

Das Fett kömmt in den Früchten in ähnlicher Weise wie bei der Oelpalme vor, und wird hieraus auch in ähnlicher Weise abgeschieden. Aus den Früchten lassen sich 22—39 Proc. Fett gewinnen.

Sowohl im frischen Zustande als auch nach jahrelanger Aufbewahrung hat das Palmfett von *Astrocaryum vulgare* eine zinnoberrothe Farbe. Ich bewahre Proben dieses Oels seit dem Jahre 1867 auf; es hat während dieser Zeit seine Farbe gar nicht geändert. Schon hierdurch unterscheidet es sich von gewöhnlichem Palmöl. Der Farbstoff scheint mit jenem des gewöhnlichen Palmfettes übereinzustimmen. Wie dieser ist er im Fette aufgelöst, kann durch Wasser nicht entzogen werden und lässt sich durch Erhitzen des Fettes unter Luftzutritt entfernen. Durch Säuren und Alkalien wird der Farbstoff nicht merklich geändert. Durch Oxydationsmittel wird er zerstört. Aber auch der Schmelzpunct scheint sich bei diesem Fett nicht so rasch und stark wie bei dem Fett von *Elæis guineensis* zu ändern. Bei einer Temperatur von 15° C. ist es fast ganz flüssig und erstarrt erst bei 4° C. Es hat einen angenehmen, etwas säuerlichen, ziemlich genau mit dem Dufte frischer Gleditschia-Früchte übereinstimmenden Geruch, welcher auch nach mehrjähriger Aufbewahrung sich nicht ändert, während das Palmfett alsbald seinen angenehmen Veilchenduft verliert, und einen widerlichen, ranzigen Geruch annimmt. Der Geschmack ist milde und schwach säuerlich-aromatisch.

Untersucht man das Fett bei 10° C. mikroskopisch, so bietet es fast dasselbe Bild, wie ein Präparat des Palmfettes dar. Auch die röthlichen Tröpfchen zeigen sich. Nur erscheint die ölige Grundmasse intensiver als bei gewöhnlichen Palmfett gefärbt, und ist letzteres weitaus krystallreicher. Erwärmt man das Präparat durch einige Minuten etwa auf 70—80° C. und untersucht es hierauf nach erfolgter langsamer Abkühlung, so findet man die Fettsäure nicht mehr in Nadelform, sondern in tafelförmigen oder breit-prismatischen Gestalten krystallisirt. Die röthlichen Tröpfchen sind völlig verschwunden, was ein gleich behandeltes Präparat von Palmfett nicht zeigt.

Die chemische Beschaffenheit des Fettes von *Astrocaryum vulgare* ist noch nicht untersucht worden. Es hat den Anschein als würde darin weitaus mehr Oleïn als im gewöhnlichen Palmfett vorhanden sein.

Dieses Fett findet Anwendung in der Seifenfabrication.

3) Cocosnussfett.

Die fast über alle Küstenländer der Tropenwelt verbreitete Cocospalme, *Cocos nucifera*, wird in den meisten Gegenden, wo sie vorkömmt, auf Co-

cosnussfett ausgebeutet. Die grössten Quantitäten dieses für die europäische Industrie dem Palmfett an Wichtigkeit zunächstkommenden Pflanzenfettes kommen aus Indien und den umliegenden Inseln. Doch stellen auch Südamerika, Westindien und Senegal bedeutende Quantitäten dieses Fettes in den Handel. Um nur von den französischen Colonien zu reden, wird Cocosnussöl erzeugt auf Martinique, Réunion, Tahiti, in Französisch-Guiana, Französisch-Indien und Neucaledonien [1]).

Das Cocosnussöl war allerdings schon im vorigen Jahrhundert in Europa bekannt, fand aber damals noch keine Verwendung. Erst in den letzten Decennien hat es sich zu jener industriellen Bedeutung, welche ihm gegenwärtig zukömmt, aufgeschwungen. In Indien steht dieses Fett seit alter Zeit als Nahrungsmittel und zu ärztlichem Gebrauche in Verwendung.

Behufs Bereitung des Oeles werden die Fruchtkerne aus der Schale herausgenommen, an der Sonne getrocknet, oder in heissem Wasser durchgekocht, zerkleinert, und dann in sehr primitiven Pressen ausgepresst. In den zahlreichen im Besitze von Europäern sich befindenden Oelmühlen Ceylon's und Ostindien's werden gewiss vervollkommnetere Methoden der Darstellung Platz gegriffen haben, über die mir aber leider nichts bekannt geworden ist. In neuerer Zeit werden auch die ölführenden Fruchtkerne, nachdem man sie getrocknet hat, nach Europa zur Auspressung gebracht. Aus diesen »Mandeln«, welche man Copra oder Copperah nennt, wird z. B. in Marseille Cocosnussöl gepresst [2]). — Das Fett ist noch bei 16—18° C. starr. Durch kalte Pressung erhält man ein schon bei 10° C. flüssiges, grünlich weisses Fett, das in den Heimatländern der Cocospalme als Genussmittel dient, aber nicht in den Handel gesetzt wird.

Das käufliche Cocosnussfett hat eine schöne weisse Farbe, einen etwas unangenehmen Geruch, und einen milden eigenthümlichen Geschmack. Es schmilzt bei 20°, erstarrt bei 18° C.

Im Mikroskop erscheint es als ein dichtes Gewirre von meist sehr langen Krystallnadeln. Zum Schmelzen erhitzt krystallisiren aus der abgekühlten Flüssigkeit bei einer Temperatur von 12—15° C. erst nach langer Zeit die Fettsäuren heraus. Es besteht der Hauptmasse nach aus Cocinin, ferner enthält es eine kleine Quantität von Oleïn, Capronsäure und Laurostearinsäure.

Es löst sich in Alkohol schon in der Kälte auf, von Aether wird es sehr rasch in Lösung gebracht. Mit verdünnten Alkalien verseift es

---

1) Cat. des col. fr. p. 89.

2) Cat. des col. fr. p. 88. Gerhardt, Org. Chem. II. p. 1022. Vgl. auch Seemann l. c. p. 123.

sich schlecht, mit concentrirten leicht und vollständig. Die Seife nimmt den unangenehmen Geruch des Cocosnussfettes an.

Das Cocosnussfett wird in ausserordentlich grossen Mengen in der Seifenfabrication verwendet. Es findet auch medicinische Benutzung.

4) Dikafett.

Diese Waare, auch Adika genannt, ist erst in neuerer Zeit bekannt geworden. Sie wird aus den Samen der in Gabon vorkommenden *Irwingia Barteri Hook.* gewonnen[1]). Die Samen enthalten 60[2]), nach Atfield[3]) sogar 65—66 Proc. eines der Cacaobutter ähnlichen Fettes, und werden nicht nur zur Gewinnung des letzteren, sondern auch zur Darstellung einer chocoladenartigen Masse (Dikabrot, chocolat du Gabon), die als Genussmittel dient, verwendet[4]).

Das Dikafett ist eine feste Masse von der Consistenz der Cacaobutter. Anfänglich fast rein weiss, wird sie nach längerem Liegen äusserlich ziemlich stark gelb. Ich finde den Geruch des frischen Dikafettes angenehm cacaoartig. Nach Jackson[5]) soll es einen widerlichen Geruch haben. Altes Dikafett, welches ich seit dem Jahre 1867 aufbewahre, riecht allerdings etwas ranzig, aber eben nicht unangenehmer als alte Cacaobutter. Der Geschmack ist milde. Es schmilzt bei 40° C.

Im Mikroskop gesehen, besteht es aus einem dichten Haufwerk dicker, prismatischer, stark corrodirter Krystalle.

In chemischer Beziehung scheint das Dikafett noch nicht erforscht zu sein. Nach Oudemans enthält ein als Dika bezeichnetes, von *Mangifera gabonensis Aubry* abgeleitetes, bei 30° C. schmelzendes Fett Laurostearinsäure und Myristinsäure. Offenbar beziehen sich diese Daten auf ein anderes, als das oben beschriebene Fett.

Das Dikafett ist verseifbar, eignet sich aber seiner Härte wegen besonders für die Kerzenfabrication. Auch kann es als gut brauchbares Ersatzmittel der Cacaobutter verwendet werden.

5) Chinesischer Talg.

Der Baum, dessen Samen dieses Fett liefern, *Stillingia sebifera*, wächst in China wild, wird aber daselbst auch seit langer Zeit culti-

---

1) O'Rorke, Journ. de Pharm. 30. p. 275. — Cat. des col. fr. p. 93.
2) Oester. offic. Bericht über die Pariser Ausstellung. 1867. V. p. 343.
3) Pharmac. Journ. 1862. III. p. 446.
4) Cat. des col. fr. p. 93.
5) Technologist. IV. p. 746.

virt. Seit dem Ende des vorigen Jahrhunderts wird er auch stark im nordwestlichen Indien, Pendschab in Westindien und an den Küsten von Südcarolina [1]) angepflanzt.

Der chinesische Talg ist wohl erst in neuerer Zeit Gegenstand des europäischen Handels geworden; über Abstammung, Gewinnung und Eigenschaften dieser Waare hatten wir jedoch schon im vorigen Jahrhundert einige Kenntnisse [2]).

Die etwa haselnussgrossen, schwarzen Samen des chinesischen Talgbaumes sind von einer weissen Talgschicht von ziemlicher Härte überdeckt, aber auch das Sameneiweiss ist fetthaltig. Die Samen werden im November oder December gesammelt, in Steinmörsern zerkleinert und die ziemlich trockene, zum mindesten keine Fettflecke verursachende Masse in cylindrischen Gefässen etwa eine Viertelstunde lang der Einwirkung heisser Wasserdämpfe ausgesetzt, und schwach abgepresst. Die erstarrte Masse ewärmt man über heisser Asche und seiht sie durch Stroh durch [3]).

Durch starkes Pressen der entschälten und fein zerkleinerten Samen wird ein flüssiges Fett erhalten, welches in China den Namen Ting-yu führt.

Der im englichen Handel vorkommende chinesische Talg hat nicht immer die gleichen Eigenschaften. Die Dichte schwankt bei mittlerer Temperatur zwischen 0.810—0.821, der Schmelzpunct zwischen 37—44.4° C. [4]). Dieses Fett ist ziemlich hart, verursacht nur wenig Fettflecke, ist weiss oder grünlich weiss gefärbt, reagirt sauer, da es stets etwas freie Essigsäure und Propionsäure führt.

Es besteht nach Thomson und Wood aus Palmitin und Stearin. Es soll jedoch manchmal auch Oleïn führen, was nach den obigen Angaben über das Vorkommen des Fettes in den *Stillingia*-Samen und über die Darstellung des chinesischen Talgs ganz erklärlich wäre. Die von Brock in diesem Fette aufgefundene Stilistearinsäure hat sich als Palmitinsäure erwiesen [5]).

Der chinesische Talg wird in England in grosser Menge zur Fabrication von Kerzen und Seifen benutzt. Sonst scheint er in der europäischen Industrie bis jetzt noch nicht verwendet zu werden. In China dient er seit alter Zeit zur Kerzenbereitung.

---

1) Pursh, Flora Amer. septent. London 1814. II. p. 608.

2) S. Osbeck, Reise nach China p. 320. S. auch Böhmer l. c. I. p. 678.

3) Vgl. Bulletin de la société imperial d'Aclimatisation. 1863. p. 75.

4) Brock, Journ. für pract. Chem. 49, p. 395 und Thomson und Wood, Philos. Mag. 24, p. 350.

5) Maskelyne, Journ. für pract. Chem. 65, p. 287.

6) Carapafett.

Die ersten Nachrichten über dieses Fett erhielten wir schon durch Bancroft[1]). Er sah in Guyana aus den Samen des Crabbaumes (*Crab wood*) durch Zerkleinern und Auskochen ein butterartiges Fett von gelblicher Farbe und bitterem Geschmack bereiten, womit die Indianer ihre Haut bestreichen, um sie geschmeidig zu erhalten, und um sich vor dem Stiche von Insecten zu schützen.

Der Baum, welcher dieses Fett liefert, ist zuerst von Aublet als *Carapa guianensis* beschrieben worden. Die fast nussgrossen, tetraedrisch abgeplatteten, mit einer dünnen, braunen Schale versehenen, über 70 Proc. Fett enthaltenden Samen werden gegenwärtig in Guiana und Brasilien im grossen Massstabe zur Bereitung eines Fettes benutzt, das man nicht nur in den Heimatländern, sondern in neuerer Zeit auch in England und Frankreich in der Seifenfabrication verwendet[2]).

Je nach der Temperatur und dem Grade der Pressung bekömmt man verschiedene Producte. Bei der ersten Pressung erhält man ein bei + 4° C. völlig starres, schon bei 10° C. schmelzendes Fett. Die mir vorliegenden Proben zeigten einen Schmelzpunct von 23.6° C. Es sollen jedoch aus dem Carapasamen Fette ausgepresst werden können, welche erst zwischen 40 und 50° C. schmelzen[3]).

Das mir vorliegende Carapafett bildet bei 18° C. eine gelbliche, stellenweise lichtbräunliche Masse von breiartiger Consistenz, an der man deutlich eine fast ölige Grundmasse, und weisse Inseln härterer Substanz unterscheiden kann. Der Geruch ist schwach säuerlich und nicht unangenehm aromatisch, der Geschmack stark bitter. Nach Cadet soll der bittere Geschmack von kleinen Mengen von Strychnin herrühren. Durch Schütteln mit kaltem Wasser lässt sich die bittere Substanz nicht, wohl aber durch lange andauerndes Kochen mit Wasser entfernen.

Im Mikroskop erkennt man am Carapafett eine farblos erscheinende, homogene, ölige Grundsubstanz, in welcher grosse kugelförmige Massen, die sich aus feinen Krystallnadeln von Fettsäuren zusammensetzen, ferner vereinzelte Krystallnadeln und überaus kleine stark lichtbrechende Körnchen eingebettet sind.

Das Carapafett ist in Alkohol nur wenig, in Aether völlig und leicht löslich, und wird durch Alkalien rasch und vollständig verseift.

---

1) Guiana p. 48. S. auch Böhmer l. c. p. 639.

2) Cat. des col. fr. p. 92. — Das Kaiserthum Brasilien etc. p. 97. In Brasilien heisst der Baum *Andirobeira*, das Fett Andirobaöl. Letzteres dient hier häufig als Brennöl.

3) Cadet, Journ. de Pharm. V. p. 44. Boulay, Journ. de Pharm. VII. p. 293.

Dem Carapafett ähnlich, aber auch nur ungenügend untersucht, ist das Touloucounaöl, welches aus den Samen von *Carapa Touloucoua* in Guinea dargestellt wird, und wie ersteres verwendbar ist[1]. Die Samen dieses Baumes enthalten 65 Proc. Fett.

7) Vateriafett.

Die Samen des ostindischen Copalbaumes, *Vateria indica*, liefern durch Auspressen in der Wärme ein ausgezeichnetes Fett, welches im europäischen Handel als Pinney Tallow oder Pflanzentalg bekannt ist.

Anfänglich ist dieses Fett gelblich. Längere Zeit aufbewahrt, nimmt es eine rein weisse Farbe und durch Auskrystallisiren freier Fettsäuren ein körniges, manchmal sogar strahliges Gefüge an. Es ist geschmacklos und von schwachem, angenehmen Geruch. Im Mikroskop gesehen erscheint es, trocken präparirt, als eine aus unförmlichen Klumpen bestehende, hier und dort kleine Fetttröpfchen führende Masse. Die Klumpen enthalten so viel Luft, dass man die Formbestandtheile nicht näher erkennen kann. Vertheilt man das Fett in Olivenöl, so zeigt es sich, dass es aus einer Unmasse von kleinen, einzelnen Krystallnadeln zusammengesetzt ist, zwischen welchen vereinzelte, mit Krystallnadeln erfüllte Parenchymzellen liegen. Beim Erkalten des auf den Schmelzpunct erhitzten Fettes, scheiden sich die Fettsäuren in Form von überaus kleinen Krystallnadeln aus.

Mit den physikalischen und chemischen Eigenschaften dieses Fettes hat sich Babington[2] beschäftigt. Nach dessen Beobachtungen hat es bei 15° C. ein specifisches Gewicht von 0.9260, bei 36.4° C., bei welcher Temperatur es schmilzt, von 0.8965. Durch Alkalien wird es verseift, durch Chlorgas grün gefärbt. Es führt etwa 2 Proc. fettes Oel, das sich schon durch kalten Alkohol entziehen lässt und einen angenehmen Geruch besitzt. Die Hauptmasse besteht aus bei gewöhnlicher Temperatur festen Fetten und freien Fettsäuren.

Das Vateriafett wird in England in der Kerzenfabrication angewendet.

8) Myristicafett.

Ausser der bekannten Muskatbutter werden aus den Samen der *Myristica*-Arten (Muskatnussbäume) noch zwei andere Fette, das Otoba- und Bicuhibafett bereitet. Obschon nun die Muskatbutter nicht mehr blos, wie es anfänglich geschah, fertig aus der Heimat der Muskat-

---

1) Cat. des col. fr. p. 92.

2) Quart. Journ. of Sc. 19, p. 177.

nüsse zu uns gebracht, sondern jetzt häufig aus den Nüssen in Europa dargestellt wird, habe ich es doch vorgezogen, die Muskatbutter an dieser Stelle und nicht im Anhange an den Rohstoff, nämlich im Abschnitte: Samen, abzuhandeln; wodurch der Vortheil entsteht, diesen Körper mit den beiden genannten naheverwandten Substanzen gemeinsam abhandeln zu können.

Die Muskatbutter wird aus den Samen von *Myristica moschata* gewonnen, eines auf den Inseln des indischen Archipels wildwachsenden, dort und in vielen anderen Tropenländern cultivirten Baumes. Die Bandainseln, welche auch die weitaus grösste Menge von Muskatnüssen in den Handel setzen, liefern auch noch immer bedeutende Quantitäten von Muskatbutter. Gegenwärtig wird wohl in allen Ländern Europas dieses Fett dargestellt, am stärksten in Holland. Die holländische Muskatbutter wird gegenwärtig höher geschätzt als die indische, welche häufig, mit mineralischen und vegetabilischen Talg, mit Wachs und dergl. verfälscht, zu uns gebracht werden soll.

Die zur Darstellung der Muskatbutter dienenden Nüsse werden schwach geröstet, gepulvert und in der Wärme ausgepresst.

Die Muskatbutter kömmt in würfelförmigen Stücken, die in Monocotylenblätter (indische) oder in Papier (holländische) verpackt sind, in den Handel. Die indischen Muskatbutterwürfel wiegen etwa 0.32, die holländischen etwa 0.75 Kgr. Sie hat eine talgartige Consistenz, ist gelbbräunlich bis röthlichbraun gefärbt und von körnigen weisslichen Massen durchsetzt. Die holländische Muskatbutter ist heller gefärbt und reicher an körniger Substanz als die indische. Erstere hat auch stets den angenehmen Geschmack und Geruch der Muskatnuss, während letztere einen scharfen Beigeschmack und einen minder angenehmen, wenn auch kräftigeren Geschmack besitzt. Es scheint, dass man in Indien und auf den umliegenden Inseln nur schlechte, wurmstichige, nicht weiter verkäufliche Muskatnüsse zum Auspressen der Butter nimmt, und dass mithin schon das Rohmaterial der holländischen Muskatbutter ein besseres ist.

Die Muskatbutter besteht, unter dem Mikroskop betrachtet, vorwiegend aus kugelig aggregirten Krystallnadeln von Myristin. Die erwähnte körnige Substanz ist ganz und gar aus krystallisirten Myristin zusammengesetzt. Dazwischen treten Tröpfchen und Körnchen, endlich ganze Zellen und Gewebsstücke aus dem Parenchym des Samengewebes auf. Die Zellen sind die Träger des Farbstoffes und umschliessen auch sehr regelmässig gestaltete, aus 4—6 Einzelkörnern bestehende, etwa 0.02 Millim. messende Stärkekörnchen.

Die Dichte der Muskatbutter beträgt bei gewöhnlicher Temperatur 0.995. Der Schmelzpunct scheint variabel zu sein, und wird zwischen

41[1]) und 51° C.[2]) angegeben. Mit Kalilauge ist sie nur zum Theil verseifbar[3]). In Chloroform und heissem Aether löst sie sich bis auf die Gewebsbestandtheile auf. Kalter Alkohol lässt diese und das Fett ungelöst zurück.

Die Muskatbutter enthält 40—45 Proc. Myristin, ferner ein in kaltem Alkohol unlösliches Fett, 4—7 Proc. ätherisches Oel, das hauptsächlich aus einem bei 165° C. siedenden Terpene besteht, etwas Myristicin (Muskatkampher) und kleine Mengen der gewöhnlichen Pflanzenbestandtheile, welche die Gewebsreste constituiren.

Die Muskatbutter findet als *Oleum nusticæ* oder *balsamum nusticæ* medicinische Benutzung, und wird ausserdem in der Parfumerie angewendet.

Das Otobafett, auch amerikanische Muskatbutter genannt, wird in Neugranada aus den Samen von *Myristica Otoba* in ähnlicher Weise wie die gewöhnliche Muskatbutter dargestellt. Anfänglich ist sie talgartig, fast farblos, nur etwas gelblich gefärbt, später wird sie körnig und nimmt eine hellbraune bis schmutzigbräunliche Farbe an. Im frischen Zustande riecht sie angenehm nach Muskatnuss, stösst aber beim Schmelzen einen etwas unangenehmen Geruch aus. Mikroskopisch verhält sie sich ähnlich wie die Muskatbutter, nur ist sie ärmer an krystallisirter Substanz. Sie schmilzt schon bei 38° C. Nach Uricoechea enthält sie Myristin, Oleïn und Otobit, eine von dem genannten Forscher entdeckte, in farblosen, grossen Prismen krystallisirende, geruch- und geschmacklose, bei 133° C. schmelzende Substanz, welche höher erhitzt amorph erstarrt und die Zusammensetzung $C_{24}H_{26}O_5$ besitzt[4]).

Das Otobafett wird in Amerika ähnlich so wie bei uns die Muskatbutter verwendet.

Das Bicuhibafett wird in Brasilien aus den Samen von *Myristica officinalis* bereitet. Es hat die Farbe und das Aussehen der indischen Muskatbutter, riecht jedoch minder angenehm und schmeckt säuerlich scharf. Gegen Lösungsmittel und bei der Verseifung verhält es sich ähnlich so wie Muskatbutter. Auch das mikroskopische Bild bietet keine auffälligen Besonderheiten dar. In chemischer Beziehung ist dieses Fett noch sehr ungenügend untersucht[5]).

---

1) Ricker. S. Gmelin l. c. IV. 2. p. 1308.

2) Uricoechea, Ann. der Chem. und Pharm. 91. p. 369.

3) Bollaert, Quart. Journ. of Sc. 18. p. 317.

4) Nach Gerhardt (Org. Chem. II. p. 1036) scheint der Otobit grosse Aehnlichkeit mit dem Oroselon zu haben.

5) Gmelin l. c. IV. 2. p. 1308.

Dieses Fett wird in Brasilien so wie bei uns die Muskatbutter angewendet.

9) Virolafett.

Die ersten Nachrichten über dieses aus den Samen von *Virola sebifera* bereitete, in neuerer Zeit auch in die europäische Industrie eingeführten talgartigen Fettes verdanken wir Aublet[1]. Er berichtet, dass das aus den Samen durch Auskochen und Pressen erhaltene Fett seit alter Zeit in Guiana zur Verfertigung von Kerzen im Gebrauche steht.

Dieses Fett bildet bei gewöhnlicher Temperatur eine gelbliche, talgartige Masse, die sich beim Liegen mit einem perlmutterglänzenden krystallinischen Beschlag belegt. Die Innenmasse der einzelnen Stücke ist häufig bräunlich gefärbt und mit punctförmigen Krystallaggregaten durchsetzt. Der Geruch des frischen Fettes erinnert an Muskatbutter. Es wird bald ranzig.

Das Mikroskop lässt darin eine fettige Grundmasse, in der eine Unzahl von radialfaserigen Krystallaggregaten (Fettsäure), eine braune feinkörnige Masse und bräunliche parenchymatishe Zellen eingebettet sind, die neben Fetttropfen und Farbstoff noch kleine Körnchen (Aleuron?) führen, erkennen.

Der Virolatalg schmilzt theilweise schon bei 44, vollständig bei 50° C. Er löst sich vollständig in Weingeist und Aether, zur Hälfte in Ammoniakwasser auf, und ist nur theilweise verseifbar. In chemischer Beziehung ist dieser Talg nur sehr ungenügend erforscht[2].

Der Virolatalg wird in Nordamerika, angeblich auch in England und Frankreich, in der Kerzen- und Seifenfabrication angewendet.

10) Bassiafett.

Dieses Fett wird aus den Samen mehrerer *Bassia*-Arten in Indien und an der Westküste Afrika's gewonnen. Die Samen sind gross, mehrere Centimeter lang, verschiedengestaltig, von einer ziemlich dicken braunen Schale umgeben, innerhalb welcher ein ölreicher Kern liegt. Seit alter Zeit werden in den Heimatländern der *Bassia*-Arten die Samen gepresst und daraus ein zum Genusse dienliches Fett abgeschieden. Die bedeutende Menge von ölreichen Samen, welche die in vielen Gegenden Indiens massenhaft vorkommenden Bassiabäume

---

1) Plant. de la Guiane. S. auch Böhmer l. c. p. 675.

2) S. Bonastre, Journ. de Pharm. 19. p. 190.

liefern [1]), hat die Aufmerksamkeit der Colonisten erregt, und nunmehr werden grosse Quantitäten dieses Fettes für die Ausfuhr gewonnen. Was man gegenwärtig mit dem Namen Galambutter [2]), Sheabutter [3]) bezeichnet, ist Bassiafett; auch die Mawah-, Choorie- und Phulawara-Butter, das Illipe-, Djave- und Noungonöl ist nichts anderes.

Die fettliefernden Species der Gattung *Bassia* sind noch nicht genügend ermittelt. Wahrscheinlich liefert *Bassia butyracea Roxb.* (Indien, Senegal) die Sheabutter, *B. longifolia L.* und *B. latifolia Roxb.* (Indien) das Illipeöl oder die Mawah-Butter. Welche Species von *Bassia* das westafrikanische Djave- und Noungonfett liefern, ist noch nicht festgestellt worden.

Das ölführende Gewebe der Bassiasamen (*Bassia longifolia*) besteht aus dünnwandigen Zellen, deren längster Durchmesser etwa 0.06 Millim. misst, und die, unter Wasser betrachtet, fast ganz mit kleinen Oeltröpfchen erfüllt erscheinen; in Oel liegend erkennt man in jeder einzelnen Zelle zahllose kleine doppeltlichtbrechende Körnchen und Stäbchen, welche, nach den Löslichkeitsverhältnissen zu schliessen, krystallisirte Fettsäuren sind. Zwischen farblosen Parenchymzellen treten ziemlich regelmässig vertheilte Gruppen von bräunlich gefärbten Parenchymzellen auf, welche eine gefärbte, wie es scheint ölige Flüssigkeit enthalten, in der wohl Aleuronkörner aber keine krystallisirte Fettsäure auftreten. Ich machte meine Beobachtungen an Samen, welche drei Jahre alt waren, kann mithin nicht aussagen, ob in den reifen aber frischen Samen, die zur Fettgewinnung dienen, dieselben Verhältnisse vorkommen.

Die Gewinnung des Fettes besteht in einer Zerkleinerung der Samen und in Auspressen des Fettes in gelinder Wärme.

Alle Sorten von Bassiafett haben bei gewöhnlicher Temperatur Butterconsistenz, eine grünliche, gelbliche, selten weisse, angeblich auch röthliche Farbe, im frischen Zustande einen angenehmen cacaoähnlichen Geruch. Das Fett von *Bassia butyracea* hält sich ziemlich lange frisch, hingegen wird das Illipe-, Noungon- und Djavefett bald ranzig, und jedes derselben nimmt einen eigenthümlichen, unangenehmen Geruch an. Die Dichte des Bassiafettes schwankt bei ge-

---

1) Nach Gibson (Hooker, Journal of Botany 1853 p. 90) kommen enorme Mengen von Bassiabäumen an der Küste von Coromandel, in Circas, Bengalen und in Malabar vor.

2) Früher verstand man das gemeine Palmöl hierunter. S. Böhmer l. c. I. p. 661. Duchesne l. c. p. 27.

3) Irrthümlich wird manchmal auch das gemeine Palmöl mit diesem Namen belegt.

wöhnlicher Temperatur zwischen 0.948—0.959; der Schmelzpunct zwischen 27—43° C. Nach der Untersuchung von O. Henry[1] enthält das Bassiafett Stearin und nach Pelouze und Boudet[2] Oleïn. Nach Buff fehlt darin Palmitinsäure. Thomson und Wood[3]) glauben eine besondere Fettsäure im Bassiafett annehmen zu müssen.

Mikroskopisch betrachtet besteht das Bassiafett aus einer farblosen öligen Grundsubstanz, welche zahllose strahlenförmige Krystallaggregate und kleine isolirte Kryställchen umschliesst. Das Bassiafett ist mithin überaus reich an freien Fettsäuren. Nebenher treten auch die oben genannten bräunlichen Zellen im meist stark zerdrückten Zustande auf. Erwärmt man das Object bis zum völligen Schmelzen der Masse, so erkennt man darin zahlreiche kleine eckige einfachlichtbrechende Körnchen, es treten zugleich die braunen Zellen mit grösserer Klarheit hervor; beim Erkalten der Masse krystallisiren die Fettsäuren in strahligen Gruppen heraus.

Das Illipefett ist grüngelblich, wird beim längeren Stehen weiss, schmilzt zwischen 25 und 29° C., löst sich schwer in Weingeist, leicht in Aether auf. — Die Sheabutter ist anfänglich grünlich, wird später grünlichweiss und schmilzt erst bei 43° C., löst sich selbst im kochenden Alkohol nur unvollständig, leicht und vollständig in Aether auf. — Die Chorie- oder Phulwarabutter wird nach Henkel[4]) in Nepal von *Bassia butyracea* gewonnen, soll ganz weiss sein und ebenfalls einen hohen Schmelzpunct haben. — Das Djavefett hat eine grüngelbliche Farbe, einen angenehmen cacaoähnlichen Geruch und schmilzt bei 40.2° C. — Das Noungonfett verhält sich ähnlich, nur zeigt es einen unangenehmen rauchartigen Geruch.

Im frischen Zustande dienen alle Arten von Bassiafett in den Productionsländern als Nahrungsmittel. Auf der Küste von Coromandel wird das Fett der *Bassia butyracea* schon seit längerer Zeit zur Seifenbereitung benutzt. In der europäischen Industrie verwendet man das Fett der Bassiasamen nicht nur in der Seifen-, sondern auch, wegen des hohen Gehalts an Stearinsäure, in der Kerzenfabrication. Die Sheabutter gilt als die beste, das Illipefett als die geringste Sorte von Bassiafett.

11) Olivenöl.

Dieses seit alter Zeit her im wärmeren Europa bereitete Oel wird bekanntlich aus der Frucht des Oelbaumes, aus der Olive, gewonnen.

---

1) Journ. de Pharm. 24. p. 503.

2) Ann. de Pharm. 29. p. 43.

3) Philos. Mag. 34. p. 350.

4) Zeitschrift des österr. Apothekervereins 1865. p. 63 ff.

Ueber die Heimat des Oelbaumes, *Olea europæa*, ist man noch nicht im Klaren. Dass dieser Baum im westlichen Asien wildwachsend vorkömmt, ist lange sichergestellt. Aber auch in Europa hat man, fern von Olivengärten, und zwar in Andalusien und Griechenland, Oelbäume aufgefunden, die man für wild hielt. Bei dem Umstande, dass man an den Bäumen selbst meist nicht zu entscheiden vermag, ob sie wild oder verwildert sind, ist die directe Lösung der Frage über die Abstammung desto schwieriger, je älter und ausgedehnter ihre Cultur ist. Grisebach[1]) betont mit Recht, dass die lange Entwicklungsperiode des Oelbaumes auf eine Heimat hinweise, wo die Winter kurz und milde sind, und die dürre Jahreszeit lange anwährt, und findet, dass diese Bedingungen innerhalb des Verbreitungsbezirkes des Oelbaumes in Syrien und der anatolischen Sandküste am besten erfüllt sind, und wahrscheinlich dort die Heimat dieses wichtigen Culturgewächses zu suchen ist.

Die Cultur des Oelbaumes wird in den Mittelmeerländern, in Spanien, Portugal, Südfrankreich, Italien, Istrien, Dalmatien, Griechenland, an der marokkanischen Küste, ferner in der Krim und in Palästina betrieben. Seit einigen Jahrhunderten findet man Oelbaumpflanzungen auch in Amerika, besonders in Peru, wo stattliche Olivenhaine selbst im sterilen Boden der Küstengegenden anzutreffen sind[2]), und in vielen Gegenden Mexiko's[3]).

Man unterscheidet zwei Hauptformen des Oelbaumes, die wilde, dornige (*Olea europæa var. sylvestris L. = Olea Oleaster Link et Hoffmnsg.*) und die cultivirte, dornenlose (*O. e. var. culta L. = O. sativa Link et Hoffmnsg.*). Blos die letztere liefert Oliven zur Oelpressung; sie zerfällt in nicht weniger als dreiundvierzig verschiedene Spielarten[4]), die sich nicht nur im Habitus, in den Formen der Blätter und Blüthen, sondern auch in der Grösse und dem chemischen Character der Frucht unterscheiden. Die wichtigsten cultivirten Spielarten sind *Olea eur. var. pignola*, welche schon im vorigen Jahrhundert um Genua und in der Provence gezogen wurde[5]) und das beste Olivenöl liefert, und die besonders in Spanien häufig cultivirte *Ol. eur. var. hispanica*, mit grossen etwas unangenehm riechenden Früchten, welche unter allen Olivensorten die grösste Oelmenge giebt.

Die völlig reife Olive hat eine dunkel violette bis schwarze Farbe.

---

1) Die Vegetation der Erde. 1872. I. p. 293.

2) Meyen, Pflanzengeographie. I. p. 387.

3) Becker, Mexiko. 1834. p. 142.

4) Duchesne l. c. p. 76.

5) Böhmer l. c. p. 622.

Sie besitzt eine Länge von 2.5—4 Centim. Um den ölreichen Kern lagert ein im Reifestadium schlaffes Fruchtfleisch, dessen Parenchymzellen mit einer wässerigen Flüssigkeit erfüllt sind, in der Fetttröpfchen (nach Harz Bläschen) und feine, oft massenweise verbundene, überaus kleine Körnchen suspendirt sind. Das Fruchtfleisch wird von einer aus derbwandigen, mit einer violetten Farbstofflösung erfüllten Zellen bestehenden Fruchthaut umschlossen.

Die Ernte der Oliven erfolgt, will man ein gutes Speiseöl erhalten, im December, wenn die Früchte völlig reif geworden sind. Sehr häufig wird die Olive jedoch auch noch vor Eintritt der Reife geerntet. Reife Oliven geben ein gelbes, süsses, unreife ein grünliches, meist etwas herbes, überreife oder gelagerte reife Oliven ein gelbliches oder farbloses, säuerlich schmeckendes und oft etwas unangenehm riechendes Oel.

Die zur Herstellung der besten Speiseöle dienenden Oliven werden mit der Hand abgenommen. So verfährt man z. B. um Aix und Grasse in der Provence. Wo man Fabriks- oder Brennöle darstellt, schüttelt man die Früchte ab, oder löst sie durch Abschlagen mittelst Stangen vom Baume los.

Um gutes Speiseöl zu bekommen entfernt man die Kerne aus den Früchten und presst das Fruchtfleisch sofort in der Kälte ab. Man erhält so, wie schon Du Hamel berichtet, das Jungfernöl (Huile vierge). — Auch aus den Kernen wird ein zu Fabrikszwecken ganz gut dienliches Oel gewonnen. Die Gewinnung des Olivenkernöls ist jedoch keine neue Erfindung. Schon im vorigen Jahrhundert wurde sie in Spanien betrieben[1]. — Durch starkes Auspressen in der Wärme wird aus den Oliven, die bereits Jungfernöl lieferten, eine mindere, oleïnärmere und unreinere Oelsorte gewonnen. — Die grösste Oelausbeute erhält man, wenn man die Oliven in Haufen zusammengeworfen einer kurzen Selbstgährung überlässt und hierauf stark abpresst. Bei dieser Gährung gelangen die Zellen aus dem gegenseitigen Verbande, und es lässt sich sonach das Oel durch Pressen weit vollständiger gewinnen. Es wird hierbei aber auch der Kern der Olive zerdrückt, und sonach auch dessen Oel nutzbar gemacht. Die Pressrückstände geben, mit heissem Wasser behandelt, neuerdings eine gewisse Menge von Oel. Aber noch immer sind die Gewebe der Olive nicht völlig erschöpft; durch Sammlung der Rückstände in tiefen mit Wasser halb gefüllten Cisternen, in Frankreich enfer genannt, scheidet sich nach monatelanger Aufbewahrung an der Oberfläche der Flüssigkeit, unter Entwicklung eines höchst widerlichen Geruchs, eine schlechte,

1) Dillon, Reise durch Spanien. II. p. 138.

aber zu Fabrikszwecken noch immerhin brauchbare Oelsorte ab, welche man Höllenöl (huile d'enfer) genannt hat (Guibourt).

Mit Ausnahme des Jungfernöls sind alle Sorten von Olivenöl anfänglich trübe. Es schwimmen darin zerrissene Zellenstücke, die oben erwähnte feinkörnige, wahrscheinlich der Hauptmasse nach aus Eiweisskörpern zusammengesetzte Masse herum. Durch längeres Lagern werden die Oele klar und oft auch heller gefärbt. Schon im vorigen Jahrhundert hat man in Italien durch langes Lagern der Oele in grossen eigens hierzu bestimmten Magazinen ihre Güte zu verbessern gesucht [1].

Die farblosen Olivenöle des Handels werden auf verschiedene Weise erhalten; so durch Schütteln mit Thierkohle, durch Stehenlassen in Glasgefässen, der Luft und dem Lichte ausgesetzt. Auch durch Auspressen von Oliven, die man den ganzen Winter über an den Bäumen liess, soll ein farbloses Oel erhalten werden [2]. Alle diese Oele eignen sich sehr gut als Brennöl und zu manchen technischen Zwecken, sind aber stets ranzig und können deshalb als Genussmittel nicht verwendet werden. — Das feine von Uhrmachern benutzte Olivenöl wird durch Aufbewahrung in verkorkten Flaschen, in denen sich eine Bleiplatte befindet, erhalten; auf das Metall schlägt sich bei der Klärung des Oels eine weissliche, schmierige Masse nieder.

Nach den Untersuchungen Saussure's [3] ändert das Olivenöl nach der Temperatur in folgenden Graden seine Dichte:

12° C.	Dichte:	0.9192
25° C.	»	0.9109
50° C.	»	0.8932
94° C.	»	0.8625.

Nach demselben Forscher siedet das Olivenöl bei 315° C. Auf 120° C. erhitzt wird es heller, bei 220° farblos, riecht und schmeckt nach dem Erkalten ranzig. — Manche Sorten erstarren theilweise schon bei + 10° C.; andere jedoch erst einige Grade über oder sogar erst unter Null. Der Erstarrungspunct hängt von dem Gehalt an Palmitin ab. Die durch kalte und schwache Pressung erhaltenen Sorten sind arm an Palmitin, überaus reich an Oleïn und erstarren deshalb später als die durch warme und starke Pressung erhaltenen, an Palmitin reichen Sorten.

Nach Heinz [4] besteht das Olivenöl aus Oleïn, Palmitin und Bu-

1) Volkmann, Italien. Bd. I. p. 608.
2) Handwörterbuch der Chemie. Lit. F. p. 102.
3) S. Gerhardt, Org. Chem. II. p. 1038.
4) Journ. für pract. Chem. 70. p. 367.

tin; vielleicht führt es auch etwas Stearin. Benecke, der Entdecker des Cholosterin's in den Pflanzen, hat diesen Körper auch im Olivenöl aufgefunden[1]. Die Farbe der grünlichen Oele rührt von Chlorophyll her.

Die Löslichkeitsverhältnisse und die Verseifbarkeit des Olivenöls, auf welcher Eigenschaft die Verwendung in der Seifenfabrication beruht, sind bekannt.

Die besten Olivenöle werden zu Aix und Grasse in der Provence erzeugt. Die klaren süssen Sorten dienen als Speiseöle, die klaren aber ranzigen als Brennöle. Die ordinären, gewöhnlich trüben Oele dienen zu Fabrikszwecken, nämlich zum Einfetten der Wolle, in der Seifenbereitung, namentlich in den Seifenfabriken Marseille's, und in der Türkischrothfärberei. Für den letztgenannten Zweck wünscht man saure, trübe Oele (Tournantöl).

In den verschiedensten Graden der Güte dient es auch als Schmiermittel für Uhren- und Maschinenbestandtheile.

---

1) Studien p. 108.

Achter Abschnitt.

Vegetabilisches Wachs.

Mehrere Pflanzen aus sehr verschiedenen Abtheilungen des Gewächsreiches liefern Handelsproducte, welche im Aussehen, in der Härte und Schmelzbarkeit dem Bienenwachse nahe kommen, und in der Industrie eine ähnliche Anwendung, wie dieses finden. Mat hat diese Körper mit dem Namen vegetabilisches Wachs bezeichnet, obgleich, wie die unten folgenden Darlegungen lehren werden, die meisten dieser Substanzen im chemischen Character mit den Fetten übereinstimmen. Aber es ist nicht nur der allgemein eingeführte Usus, welcher mich bestimmte, die als vegetabilisches Wachs bezeichneten Körper aus der Reihe der Fette auszuscheiden und in eine besondere Gruppe zusammenzufassen; hauptsächlich wurde ich hierzu veranlasst durch das Eigenthümliche des Vorkommens und die Bildungsweise fast aller dieser Substanzen. Die meisten Arten vegetabilischen Wachses kommen im fertig gebildeten Zustande nicht, wie die Pflanzenfette im Innern der sie erzeugenden Gewebe und Organe, sondern auf ihrer Oberfläche vor, so z. B. das Wachs der Myrica-Arten, das Carnaubawachs, das Palmwachs u. v. a. Sie treten hier in eigenthümlicher Weise, nämlich fast immer in Form von parallel gestellten Stäbchen oder als Körnerüberzug auf, und nur selten bilden sie völlig homogene Ueberzüge auf der Oberhaut der betreffenden Pflanzenorgane. Auch das optische Verhalten der meisten dieser Substanzen und die Structurverhältnisse der natürlichen Wachsüberzüge der Pflanzen bietet manche Besonderheit dar, welche die Zusammenfassung dieser Körper in eine besondere Gruppe rechtfertigt.

I. Uebersicht der wachsliefernden Pflanzen.

Man kennt bereits eine grosse Zahl von Pflanzen, deren Hautgewebe mit wachsartigen Schichten bedeckt sind. In ausserordentlich dünnem Zustande bilden sie einen zarten, weisslichen oder bläulichen, seiner Dicke nach kaum messbaren Ueberzug. Hierher gehört der sog. Reif oder Duft der Pflaumen, der Kohlblätter, der Nadeln vieler Coniferen, der Blätter vieler Gräser, der Ricinusblätter u. s. w. Etwas dicker sind diese Wachsüberzüge an unserer Hauswurz (*Sempervivum tectorum L.*), an *Euphorbia caput medusæ L.* und *canariense L.*, an mehreren Cacteen (z. B. *Lepisimum paradoxum Dyck*), wo sie bereits eine Dicke von 0.001—0070 Millim. erreichen. Wahre Wachskrusten sind bis jetzt schon an vielen Pflanzen z. B. an den Früchten von *Benincasa cerifera Savi* (*Cucurbita cerifera Fisch.*), einer Cucurbitacee Ostindiens, an den Blättern von *Cotyledon orbiculata L.*, einer capensischen Crassulacee, an einer Form des Zuckerrohrs (*Saccharum violaceum Tussac*), an der Unterseite der Blätter von *Heliconia farinosa Raddi*, einer in Südamerika vorkommenden Musacee, an den Blättern von *Chamædorea Schiedeana Mart.*, einer mexikanischen Palme, beobachtet worden[1]. Doch hat man bis jetzt das Wachs der genannten Pflanzen noch nicht für die Zwecke der Industrie dargestellt.

Die Gewächse, deren Wachs bereits Handelsproduct geworden ist, sind im nachfolgenden zusammengestellt.

1) Terebinthineen.

Rhus succedanea L., s. japanesisches Wachs.

2) Myristiceen.

Myristica Ocuba Humb. et Bonp., s. Ocubawachs.

3) Compositen.

Baccharis confertifolia Colla. Chili. Das grünliche, zähe schmelzende Wachs dieses Baumes befindet sich im Besitze der Waarensammlung des Wiener Polytechnikums. Ich konnte den Pflanzentheil, aus welchem es abgeschieden wird, nicht ermitteln.

4) Artocarpeen.

Ficus ceriflua Jungh., s. javanisches Pflanzenwachs.

---

1) S. De Bary, Die Wachsüberzüge der Epidermis. Bot. Zeit. 1871 p. 130 ff.

5) Myriceen.

Myrica cerifera L. (= *M. carolinensis Mill.*)	s. Myricawachs.
M. carolinensis Willd. (= *M. cerifera Mich.* β)	
M. cordifolia L.	
M. quercifolia L.	
M. caracassana Humb., Bonp. et K.	
M. laciniata Willd.	

M. serrata Lam. Soll am Cap zur Wachsgewinnung dienen; ebenso

M. brevifolia,

M. Kraussiana.

M. Burmannii. L. Pappe, Bonplandia 1856 p. 162.

M. Xalapensis Kth. (= *M. mexicana Willd.*). Mexiko. Ueber das natürliche Vorkommen des Wachses an den Früchten dieser *Myrica*, ferner der *M. serrata Lam.*, s. De Bary l. c. Beide Arten sollen, jedoch unbestimmten Nachrichten zufolge, Wachs liefern.

M. Faya H. Kew. Canarische Inseln. Das Wachs dieser Pflanze dürfte wohl kaum in den Handel kommen. Duchesne l. c. p. 324.

6) Palmen.

Copernicia cerifera Mart. (*Corypha cerifera Virey*). Liefert Carnaubawachs.

Ceroxylon andicola Humb. et Bonp. Giebt sog. Palmwachs.

Klopstockia cerifera Karst. Südamerika. Karsten in Poggend. Ann. Bd. 109 p. 640. Auch an den Stämmen mehrerer in Ostindien und Südamerika vorkommenden Cocos-Arten (Kokospalmen) soll sich ein reichlicher Wachsüberzug vorfinden, der in einigen Ländern ähnlich so wie das Wachs der *Ceroxylon andicola* gewonnen werden soll. (S. Martius, Reise in Brasilien Bd. II. p. 753 ff.).

II. Natürliches Vorkommen und Entstehung des vegetabilischen Wachses.

Gewöhnlich kömmt das vegetabilische Wachs in Form eines Ueberzugs an der Oberhaut der Stengel, Blätter oder Früchte vor. In einigen Pflanzen tritt es hingegen genau in derselben Form im Innern der Zellen, nämlich in Form kleiner im Zellsafte suspendirten Körnchen oder Tröpfchen, wie die Pflanzenfette, auf. Ersterer Fall findet

sich u. a. bei Früchten der Myriceen und bei den Blättern und Stämmen mancher Palmen; letzteren hat man an den Samen von *Rhus succedanea*, den Früchten von *Myristica Ocuba*, im Milchsafte von *Ficus ceriflua* und in den Samen einiger Balanophoren [1]) beobachtet. Hiernach richtet sich auch die Darstellungsweise des vegetabilischen Wachses. Das an der Oberfläche der Pflanzentheile vorkommende Wachs wird in der Regel von der Oberhaut mechanisch abgelöst und die so erhaltenen Schuppen durch Zusammenschmelzen in Wasser in eine compacte Masse verwandelt. Auch kann das in solcher Form vorkommende Wachs durch Abschmelzen der betreffenden Pflanzentheile in kochendem Wasser gewonnen werden. Das in den Zellen eingeschlossene Wachs muss hingegen durch Zerkleinern der dasselbe enthaltenden Pflanzenorgane und hierauf folgendes Ausschmelzen in heissem Wasser oder durch Auspressen in der Wärme dargestellt werden.

Das als Ueberzug auftretende Wachs bildet entweder eine homogene »Glasur«, wie bei den oben genannten Euphorbien, bei Cacteen und Semperviven, oder besteht aus kleinen Körnchen, wie dies beinahe jeder »Duft« oder »Reif« der Pflanzen zeigt, oder endlich, und dies ist an allen jenen Pflanzen zu beobachten, deren wachsführende Organe mit ganzen Krusten bedeckt sind, es setzt sich das Wachs aus feinen, dicht gedrängten, auf der Oberhaut senkrecht stehenden Stäbchen zusammen. Dickere Wachskrusten sind manchmal parallel der Oberfläche geschichtet.

Man hat die natürlichen Wachsschichten der Pflanzen früher für structurlos gehalten, und erklärte sie für Producte einer chemischen Metamorphose der Wände jener Zellen, denen sie anhaften. De Bary (1871) hat zuerst die merkwürdigen Structurverhältnisse des vegetabilischen Wachses dargelegt, und ferner gezeigt, dass das Wachs im Innern der Zellen entsteht, und erst in Folge eines andern Processes nach aussen hin abgelagert werde. Derselbe Forscher hat auch dargethan, dass die Wachsdecken der pflanzlichen Oberhäute häufig regelmässige Unterbrechungen zeigen, auf welche ich indess schon früher aufmerksam machte [2]), nämlich Lücken, welche davon herrühren, dass gewisse Gewebsbestandtheile, z. B. Spaltöffnungen, Haare u. s. w. an der Wachssecretion manchmal nicht Antheil nehmen. Dass in manchen Fällen die Spaltöffnungszellen dennoch an der Wachsbildung participiren, habe ich für die Wachsschuppen, die an den Blättern der *Copernicia cerifera* entstehen, nachgewiesen. Diese Wachsschuppen, aus

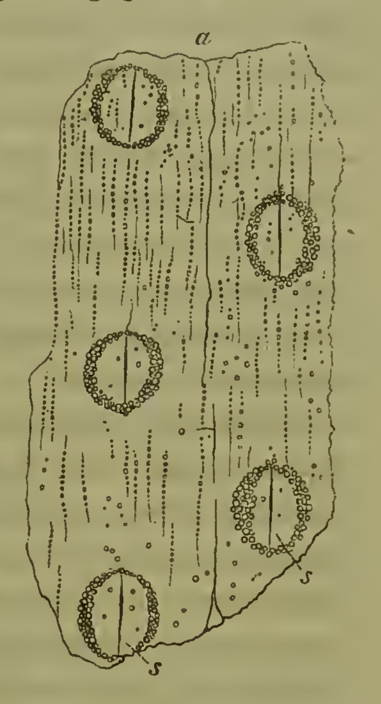
---

1) De Bary l. c.

2) Technische Mikroskopie p. 252.

denen das Carnaubawachs des Handels dargestellt wird, lassen in ununterbrochenem Zuge kleine mehr oder minder gut abgegrenzte Felderchen erkennen, welche in Grösse und Form theils den Oberhautzellen, theils den Spaltöffnungszellen der Oberhaut des die Schuppen tragenden Blattes gleichen. Die Unterseite jeder Schuppe zeigt also einen sehr genauen Abdruck der Oberhaut des Blattes der Carnaubapalme [1]).

Ich habe zuerst darauf aufmerksam gemacht [2]), dass die, die natürlichen Wachskrusten zusammensetzenden Wachsstäbchen, im polarisirten Lichte doppeltbrechend erscheinen, mithin den Eindruck von Krystallen machen. Doch habe ich hieraus noch nicht den Schluss gezogen, dass die natürlichen Krusten gänzlich aus krystallisirten Substanzen bestehen. Wenn man nämlich die Wachsstäbchen bei starken Vergrösserungen betrachtet, so erkennt man an ihnen stets mehrere um einander gelagerte, in der optischen Dichtigkeit von einander verschiedene Substanzen. Es ist deshalb ganz gut möglich, dass die — überdies nicht selten cylindrisch gestalteten — Wachsstäbchen nur in Folge des Bestandes aus mehreren, in der optischen Dichtigkeit verschiedenen Schichten, doppeltlichtbrechend erscheinen, ähnlich so wie viele geschichtete Zellmembranen oder wie arabisches Gummi.



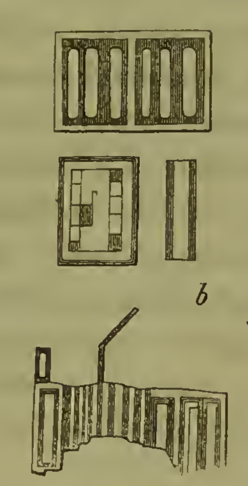


Fig. 23. *a* Vergr. 300. Wachsschüppchen von der oberen Blattseite von *Copernicia cerifera Mart.* *s s* Partien, welche die Spaltöffnungen deckten. *b* Beobachtet mit Hartnack's Syst. à immers. Nr. 11. Ocul. holost. Stäbchen der Wachsschuppen vom Blatte der *Copernicia cerifera.* Die schraffirten Partien erscheinen im Mikroskop bläulich, die übrigen röthlich.

III. Chemische Zusammensetzung des vegetabilischen Wachses.

Die vegetabilischen Wachsarten sind bis jetzt allerdings schon sehr oft, aber lange noch nicht mit genügender wissenschaftlicher Schärfe chemisch untersucht worden. Die alte Anschauung, dass diese Körper mit dem Bienenwachse in chemischer Beziehung nahe übereinkommen oder gar übereinstimmen,

1) Wiesner, Beobachtungen über die Wachsüberzüge der Epidermis. Bot. Zeit. 1871 p. 769 ff.

2) l. c. p. 771.

hat sich als unhaltbar erwiesen. Man hat wohl aus Carnaubawachs den Melissylalkohol abgeschieden, eine Substanz, die sich auch aus dem Myricin (palmitinsaures Melissyloxyd) des Bienenwachses gewinnen lässt, und ferner in demselben Wachs auch eine kleine Menge eines Körpers aufgefunden [1], der in naher Beziehung zu der Cerotinsäure (sog. Cerin des Bienenwachses) zu stehen scheint, den man nämlich für Cerotin hält [2]. Fasst man aber die andern bis jetzt in den vegetabilischen Wachsarten aufgefundenen chemischen Individuen in's Auge, so ergiebt sich, dass sie vorwiegend Glyceride, mithin vom chemischen Standpuncte aus zu den Fetten zu stellen sind. Am häufigsten scheint von allen Fettsäuren im vegetabilischen Wachse Palmitinsäure vorzukommen; es sind ferner darin Stearinsäure, Oleïnsäure, Myristinsäure und Laurostearinsäure aufgefunden worden. Die genannten fetten Säuren treten im vegetabilischen Wachse theils gebunden an Glycerin, theils frei auf. Neben den genannten chemischen Individuen, welche stets die Hauptmasse des Pflanzenwachses bilden, kommen stets noch kleine Quantitäten anderer, namentlich färbender, riechender und mineralischer Bestandtheile vor. Alle führen eine kleine Menge von Wasser, einige auch Substanzen harzartiger Natur. — Im Zuckerrohrwachs [3]) kömmt eine eigenthümliche, in perlmutterglänzenden Schuppen krystallisirende, auf Papier keine Fettflecke hinterlassende Verbindung von der Zusammensetzung $C_{24}H_{48}O$ vor, welche bei 82° C. schmilzt, in kaltem Alkohol und Aether unlöslich, in siedendem Alkohol löslich ist. Man hat diese Substanz Cerosin genannt [4]. Auch noch in anderen Pflanzenwachsarten sollen eigenthümliche Verbindungen vorkommen. Ich kann alle diese noch sehr problematischen Körper umso eher übergehen, als sie sich durchwegs auf rohe Pflanzenstoffe beziehen, die nicht Gegenstand des Handels sind.

IV. Physikalische Characteristik.

Die käuflichen Sorten des Pflanzenwachses bilden zusammengeschmolzene Massen von unregelmässigen oder künstlich hervorgebrachten

---

1) Story-Maskelyne, Chem. Soc. Journ. VII. p. 87. Bericht der deutschen chemischen Gesellschaft 1869 p. 44.

2) Cerotinsäure $= \left.\begin{matrix}C_{27}H_{53}O \\ H\end{matrix}\right\} O$; Cerotin $= \left.\begin{matrix}C_{27}H_{55} \\ H\end{matrix}\right\} O$.

3) Ueber dessen morphologischen Character s. Techn. Mikroskopie p. 252 und Bot. Zeit. p. 773.

4) Avequin, Ann. de Chim. et de Phys. 75, p. 230. Dumas, Ann. de Chim. et de Phys. 75, p. 222. Levy, ebendaselbst (3) XIII. p. 451.

regelmässigen Gestalten (Scheiben, Platten u. s. w.). Obwohl die integrirenden Bestandtheile aller Arten von vegetabilischem Wachs farblos sind, so ist letzteres doch stets mehr oder minder gefärbt. Das japanesische Wachs ist gelblich und überzieht sich an der Oberfläche bei längerer Aufbewahrung mit einem weisslichen Beschlage, nachdem die äussere Partie sich dunkler gelb bis braun färbte. Das Carnaubawachs ist gelblichgrün, das Myricawachs blassgrünlich bis lebhaft apfelgrün, das Palmwachs graugelblich oder grauweiss von Farbe, das javanische Pflanzenwachs ist aschgrau, das Ocubawachs gelblichweiss. Die Härte ist variabel, bei einigen grösser, bei andern geringer als die des Bienenwachses. Es lassen sich indess alle mit dem Fingernagel ritzen. Die geringste Härte hat das Ocuba-, die grösste das Carnauba- und Palmwachs. Bis auf die beiden letztgenannten haben alle Pflanzenwachse eine wachsartige Consistenz, wachsartige Schneidbarkeit; nur jenen kömmt eine fast harzartige Sprödigkeit zu. Das specifische Gewicht dieser Körper kömmt jenem des Wassers sehr nahe. Das Myricawachs hat fast genau die Dichte 1, die übrigen zeigen etwas geringere Dichte (0.94—0.99). Die Schmelzpuncte sind jedoch bei verschiedenen Arten sehr auffällig verschieden. Die weichen Arten, z. B. das japanesische, das Myricawachs, haben einen zwischen 40—50° C. liegenden Schmelzpunct. Die harten Sorten z. B. Carnaubawachs, das Wachs der Balanophoren, schmelzen erst bei höheren Temperaturen als das Bienenwachs. Die Lösungsmittel der Fette lösen sämmtliche Arten von vegetabilischem Wachs auf. Von siedendem Alkohol werden sie alle in Lösung gebracht, und fallen beim Erkalten zum grössten Theile aus der Lösung heraus. Alle Arten von Pflanzenwachs sind nahezu oder völlig geruch- und geschmacklos.

V. Mikroskopische Characteristik.

Keine Sorte von vegetabilischem Wachs bildet, mikroskopisch betrachtet, eine homogene Substanz; alle zeigen ein körniges bis strahliges Gefüge, indem entweder ein dichtes Haufwerk von Körnchen oder überaus feinen Stäbchen oder Blättchen, seltener radial angeordnete mit starken Vergrösserungen erkennbare Stengelchen diese Körper constituiren. Untersucht man die stäbchenförmigen Gebilde mit starken Vergrösserungen (etwa Hartnack syst. à im. Nr. 11. Ocul. holost.), so findet man auch an ihnen jenen Bau häufig vor, der die natürlichen Wachsstäbchen auszeichnet. Je deutlicher die Stäbchen ausgebildet sind, desto besser erkennt man an ihnen einen geschichteten, aus mehreren verschieden lichtbrechenden Substanzen bestehenden Bau.

An den körnigen Formen ist von diesem Schichtenbau nichts mehr zu erkennen, wohl aber kann man deutlich an jedem einzelnen Blättchen optisch gut differenzirte Partien wahrnehmen.

Im Polarisationsmikroskop erscheinen die strahlig gebauten Arten des vegetabilischen Wachses ausgezeichnet doppeltbrechend; die körnigen und blätterig gefügten Arten zeigen die Doppeltbrechung minder deutlich. Da selbst an Wachssorten von einer und derselben Art, z. B. am Carnaubawachse, die gleichen optischen Verschiedenheiten sich zeigen, so wird die oben (p. 221) angeführte Ansicht, dass das Hervortreten der Polarisationsfarben am vegetabilischen Wachse nicht so sehr durch krystallinischen Character als vielmehr durch den aus verschieden lichtbrechenden Substanzen bestehenden geschichteten Bau der Wachsstäbchen bedingt werde, nur noch mehr befestigt. Da aber in allen Arten des vegetabilischen Wachses stets das Polarisationsphänomen wahrnehmbar ist, selbst wenn sich keinerlei Structurverhältnisse in den Formbestandtheilen dieser Körper wahrnehmen lassen, so ist es wohl zweifellos, dass auch krystallinische Substanzen an ihrer Zusammensetzung Antheil nehmen, was ja auch ihr chemischer Character annehmen lässt.

Zwischen der eigentlichen Substanz des vegetabilischen Wachses befinden sich fast immer kleine Luftbläschen, in den unreinen Sorten auch Gewebsbestandtheile der Stammpflanzen, namentlich Antheile des Hautgewebes (Oberhautzellen, Drüsen, Haare u. s. w.).

VI. Die Arten des vegetabilischen Wachses.

1) Carnaubawachs.

Dieser seit einigen Jahren im europäischen Handel vorkommende, auch unter dem Namen Cereawachs bekannte Körper stammt von der Carnaubapalme, *Copernicia cerifera*, einer herrlichen Fächerpalme, welche nach Martius[1]) auf feuchtgründigem Boden der brasilianischen Provinzen Pernambuc, Rio grande und Ceará vorkömmt. Der genannte Forscher giebt an, dass das Wachs dieser Palme von jungen Blättern herrühre. Die von mir bei der Pariser Ausstellung gesehenen Carnaubablätter zur Wachsgewinnung hatten etwa Meterlänge und schienen mir völlig entwickelt.

Das Wachs überzieht, wie ich gefunden habe[2]), sowohl die obere als untere Blattseite der genannten Palme, in Form einer für das freie

1) Reise in Brasilien Bd. II. p. 753.

2) Bot. Zeit. 1871 p. 769 ff.

Auge völlig gleichartigen Decke. Auf der oberen Blattseite ist die Wachsschicht stärker entwickelt. Von dieser Blattseite löst sich das Wachs in Form dünner, bis 5 Millim. langer Schüppchen ab. An der Unterseite ist nicht nur die Wachsschicht weniger dick, sie liegt hier auch so dicht an, dass sie nur durch Abschaben gewonnen werden könnte. Die Wachsschüppchen zeigen sehr interessante Formverhältnisse, nämlich an der Unterseite einen sehr genauen Abdruck der Sculptur der Oberhaut. Die Schüppchen lassen den Abdruck der Oberhaut und der Spaltöffnungszellen, besonders der letzteren, sehr gut erkennen, und zeigen deutlich, dass alle der oberen Oberhaut des Carnaubapalmenblattes angehörige Zellen an der Wachsausscheidung Antheil nehmen. Die Schüppchen setzen sich ganz und gar aus mikroskopischen, theils cylindrischen, theils prismatischen Stäbchen zusammen, die auf der Blattfläche senkrecht stehen.

Die Gewinnung des Carnaubawachses ist in Kurzem folgende. Die Blätter werden vom Baume vorsichtig abgeschnitten und durch einfaches Abschütteln die Wachsschuppen von den Blättern getrennt. Man erhält so ein grauweisses Pulver, welches über freiem Feuer oder in kochendem Wasser zusammengeschmolzen wird. Das so gewonnene rohe Carnaubawachs ist bereits Handelsgegenstand und kömmt in grossen Mengen nach England und seit wenigen Jahren (nach Wien seit 1869) auch nach dem übrigen Europa, wo es durch Umschmelzen gereinigt wird. Es gelangt aber in neuerer Zeit auch schon gereinigtes Carnaubawachs direct aus Brasilien nach Europa.

Das rohe Carnaubawachs ist schmutzig gelblichgrün, stellenweise bräunlich, und von kleinen Blasenräumen durchzogen. Dem freien Auge erscheint es bis auf die blasigen Stellen dicht; mit der Loupe erkennt man aber, dass es durch und durch von kleinen Luftbläschen durchsetzt wird. Es bildet Klumpen von verschiedener Grösse, die an der Aussenfläche dunkler gefärbt und mit einem weisslichen Anfluge versehen sind, der aus krystallisirter Substanz besteht.

Diese Wachssorte ist hart, spröde, geruch- und geschmacklos. Im Mikroskop gesehen, zeigt sie viel deutlicher die Zusammensetzung aus Stäbchen als das gereinigte Wachs. Stellenweise hat sie ein radialfaseriges Gefüge. Im Polarisationsmikroskop erscheint sie viel deutlicher anisotrop als das gereinigte Carnaubawachs; an vielen Stellen treten die prismatischen Farben mit grosser Schärfe hervor. Manche Partien dieser Wachssorte sind tief bräunlich gefärbt. Gewebsreste sind nicht selten darin, besonders Oberhautstücke. Erhitzt giebt das rohe Wachs eine grünbräunliche Schmelze, welche einen eben nicht unangenehmen Geruch ausstösst und in der zahlreiche braune Flöckchen herumschwimmen. Ueber die Natur dieser Flöckchen konnte ich

nicht in's Klare kommen. Sie haben eine körnige Textur, eine tief braune Farbe, und schmelzen erst bei viel höherer Temperatur als das Wachs. In Alkohol sind sie nur schwer löslich.

Das reine Carnaubawachs hat eine blass grünlichgelbe Farbe, ein dichtes Gefüge, ist hart, spröde und ebenfalls geruch- und geschmacklos. Luftbläschen sind darin nur mikroskopisch nachweisbar. Gewebsreste habe ich darin nicht aufgefunden. Es bildet beim Erhitzen eine klare, schwach aromatisch riechende Schmelze.

Die Dichte des Carnaubawachses beträgt bei mittlerer Temperatur nach Story-Maskelyne[1]) 0.999. Der Schmelzpunct wird verschieden angegeben. Nach Story-Maskelyne schmilzt dieses Wachs bei 84° C., nach andern Beobachtern bei 97° C.[2]). Das mir zur Untersuchung vorliegende ungereinigte Wachs schmolz bei 84.4 und erstarrte bei 80.9° C.; das gereinigte schmolz bei 83.6 und erstarrte bei 81° C. In kaltem Weingeist ist das Carnaubawachs nur wenig löslich, in siedendem Aether und Alkohol löst es sich vollständig. Die concentrirten Lösungen erstarren beim Erkalten unter Ausscheidung einer weissen Masse.

Nach Lewy[3]) enthält das gereinigte Wachs 80.33 Proc. Kohlenstoff, 13.07 Proc. Wasserstoff und 6.60 Proc. Sauerstoff. Nach Story-Maskelyne erhält man durch Verseifen des Wachses mit alkoholischer Kalilauge Melissylalkohol, der bei 88° C. schmilzt. Die Menge des letzteren beträgt etwa 31 Proc. Ausserdem führt das Wachs einen bei 105° C. schmelzenden, in Aether löslichen, krystallisirbaren Körper von der Zusammensetzung $C_{39}H_{82}O_3$, Cerotin, ein Harz (wahrscheinlich identisch mit der oben genannten braunen Substanz) und noch mehrere andere wachsartige Körper. Nach dem letzgenannten Forscher beträgt die Aschenmenge dieses Wachses 0.14 Proc. Das von mir untersuchte ungereinigte Wachs gab 0.83, das gereinigte 0.51 Proc. Asche. Die von Maskelyne untersuchte Asche enthielt hauptsächlich Kieselsäure, Eisenoxyd und Kochsalz.

Nach Brande[4]) färbt sich das Wachs durch halbstündiges Kochen mit Kalilauge röthlich. — Nach Lewy[5]) giebt es bei der trockenen Destillation ein paraffinartiges Product, welches einen Gehalt von 85.24 Proc. Kohlenstoff und 14.93 Proc. Wasserstoff ergab.

Das Carnaubawachs wird in Brasilien zur Kerzenbereitung, in der europäischen Industrie zur Herstellung von Wachsfirnissen und ander-

1) Bericht der deutschen chemischen Gesellschaft 1869 p. 44.
2) Fortsetzung zu Gmelin's Handbuch der Chemie VII. (2) p. 2133.
3) Ann. de Chim. et de Phys. 13, p. 449.
4) Gilbert's Ann. 44, p. 287.
5) l. c. 5, p. 395.

weitig als Substitut des Bienenwachses, ferner zum Glänzendmachen des Sohlleders (Schuhmacherwachs) in Anwendung gebracht.

2) Palmwachs.

Das Palmwachs wird von den gefällten Stämmen der auf den höchsten Cordilleren Neugranadas vorkommenden Wachspalme, *Ceroxylon andicola*, welche es in Form von Krusten überdeckt, abgeschabt, durch Zusammenschmelzen über freiem Feuer in eine compacte Masse verwandelt, und durch Umschmelzen gereinigt. Auch durch Auskochen der Rinde mit Wasser soll es erhalten werden. Die Wachskrusten haben eine Dicke bis zu 6 Millim. Jeder Baum giebt nach Purdie etwa 25 Pfund Wachs[1]).

Im Handel erscheint dieses Wachs entweder in unförmlichen Klumpen oder in Form von Kugeln (Cera di palma). — Es hat eine gelblichweisse Farbe, stimmt in Härte, Sprödigkeit und im Verhalten gegen Lösungsmittel mit dem Carnaubawachse zusammen, schmilzt jedoch schon bei 72° C.[2]).

In chemischer Beziehung ist dieses Wachs noch nicht so genau untersucht als das Carnaubawachs. Es ist ein Gemenge von Harz und wachsartigen Körpern, von denen einer krystallisirt ist, und nach Bonastre[3]) sehr zarte seidenglänzende Krystalle bildet.

Das Palmwachs wird in den Heimatländern, nach Seemann mit Talg gemengt, zur Kerzenbereitung, bei uns wie Carnaubawachs angewendet, kömmt aber, wie es scheint, bei uns nur mehr selten in den Handel. Die Handelsproducte, welche mir in neuerer Zeit unter dem Namen Palmwachs vor Augen kamen, waren durchwegs Carnaubawachs.

3) Myricawachs.

Dieses von den Früchten mehrerer Myricaarten gewonnene Pflanzenwachs führt im Handel auch den Namen Myrtle- oder Myrthenwachs.

Das Myricawachs wird in Nordamerika aus *Myrica cerifera* und *M. carolinensis*, in Neugranada aus *M. caracassana* und am Cap aus *M. quercifolia*, *M. cordifolia* und *M. laciniata* dargestellt[4]).

---

1) Seemann, die Palmen, p. 97. Nach Moritz (Reise nach Cumana. Bot. Zeit. 1844 p. 433) hat es den Anschein, als würde auch von der Unterseite der Blätter von *Ceroxylon andicola* Wachs zu gewinnen sein.

2) Boussingault, Ann. de Chim. et de Phys. 29, p. 333.

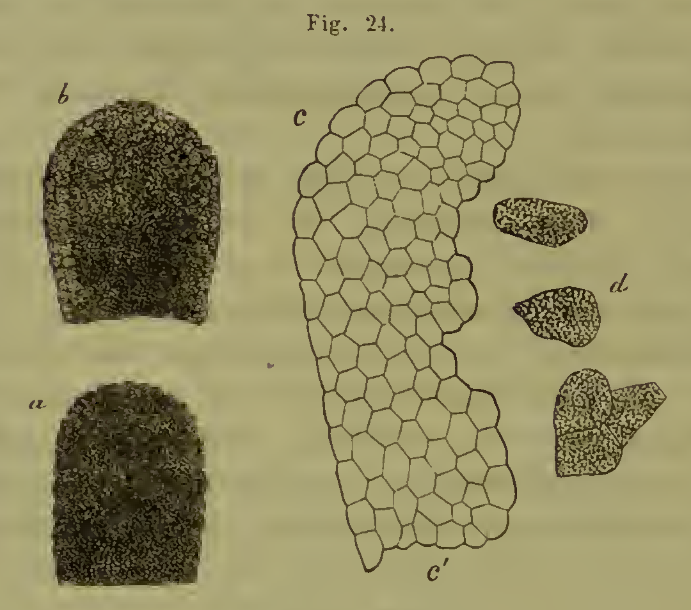
3) Journ. de Pharm. 14, p. 349.

4) S. Thunberg, Reisen I. p. 153 und Fl. Cap. p. 159. Böhmer l. c. I. p. 678. Rafinisque, Flora of the State of Louisiana p. 116. Pappe l. c.

Die harte braune Schale der höchstens erbsengrossen Myricafrüchte ist mit einer beiläufig 0.1—0.3 Millim. dicken schneeweissen Wachskruste überzogen, welche von braunen oder schwarzen Pünctchen, nämlich von drüsenförmigen Anhängen der Fruchthaut durchsetzt wird. Diese Gebilde gehen, wenigstens theilweise, in das künstlich dargestellte Wachs über, fehlen weder an der capensischen noch an der amerikanischen Handelswaare.

Diese Drüsen erscheinen im Mikroskop undurchsichtig und erst durch länger andauerndes Kochen in Kalilauge werden sie durchscheinend und lassen dann ihren inneren Bau erkennen. Ihre Gestalt ist meist tonnenförmig, an der freien Fläche halbkugelförmig abgegrenzt, sie erreichen eine Höhe von 0.5 und eine Dicke von 0.3 Millim.

Fig. 24.



a b. Vergr. 150. *a* Drüsen der Fruchthaut von *Myrica cordifolia*, beim Liegen des Objectes in Wasser, *b* nach kurzer Einwirkung von Kalilauge.

c. Vergr. 400. Bruchstücke einer Drüse nach längerem Kochen mit Kalilauge. *c′* Zellen des Hüllgewebes, *d* bräunliche Zellen der inneren Partie der Drüsen.

Sie sind von einer kleinzelligen Gewebsschicht umkleidet und mit grossen dünnwandigen bläschenförmigen Zellen erfüllt, welche einen tiefbraunen, in Alkalien und Weingeist schwer löslichen Inhalt führen. Zur Wachssecretion scheinen sie in keiner Beziehung zu stehen.

Die Wachsdecke der Myricabeere bildet keine zusammenhängende Kruste, sondern lässt sich nur in Form eines Pulvers von den Steinschalen ablösen.

Die natürliche Wachsschicht der Beere vom Cap besteht aus einem Haufwerk von Körnchen, Nadeln und Blättchen, welche im Polarisationsmikroskop doppeltbrechend erscheinen. Zweifellos ist ein Theil dieser Masse krystallinisch, doch treten hier auch ähnliche Bildungen, wie

an der Wachsschicht der Carnaubapalme auf, welche wohl nur in Folge ihrer Structureigenthümlichkeiten das Phänomen der Doppeltbrechung hervorrufen.

Allerorts gewinnt man das Wachs dieser Beeren durch Auskochen im Wasser. Die Früchte sinken unter, das Wachs schmilzt an der Oberfläche der Flüssigkeit zusammen und wird durch mehrmaliges Umschmelzen gereinigt. Ein Strauch giebt 10—15 Kgr. Beeren, die 14—25 Proc. Wachs liefern.

Die Farbe des Myricawachses ist, so viel ich gesehen habe, stets grünlich. Einige mir vorliegende nordamerikanische Sorten haben eine lebhaft apfelgrüne Farbe. Nach mehrjährigem Liegen an der Luft und am Lichte haben die äusseren Partien dieser Sorten an lebhaftem Grün eingebüsst, aber schon einige Millimeter unter der Oberfläche blieb ihre Färbung unverändert. — Nach John[1]) soll die grüne Farbe des Myricawachses von Chlorophyll herrühren. Folgende Wahrnehmung macht mir dies auch wahrscheinlich. Wenn man lebhaft grünes Myricawachs rasch in warmen Weingeist löst, die erkaltete Lösung von dem ausgeschiedenen Wachs abfiltrirt, und durch die grüne Flüssigkeit einen Lichtkegel durchleitet, so erscheint er deutlich röthlich gefärbt. Die grüne Lösung des Myricawachses fluorescirt mithin in der Farbe einer Chlorophylllösung, und zwar wahrscheinlich mit derselben Intensität, indem eine in der Farbensättigung mit der grünen Wachslösung übereinstimmende Chlorophyllsolution anscheinend gleich stark roth gefärbte Lichtkegel durchlässt. Das Chlorophyll, wenn solches in der That im Myricawachs enthalten sein sollte, dürfte aus dem Parenchym der Fruchthaut, das selbst zur Zeit der völligen Reife der Beeren (von *Myrica cordifolia*) noch viel unverändertes Blattgrün führt, in das Wachs gelangen.

Aeltere Klumpen des Myricawachses sind mit einem dünnen, aber dichten Ueberzuge von weisslicher bis bräunlicher Farbe überkleidet. Frische Bruchflächen des Wachses werden an der Luft alsbald von einem weissen nicht zusammenhängenden, wie es scheint krystallinischem Hauche überdeckt. Die Härte dieses Wachses ist grösser als die des Bienenwachses, geringer als die des Palm- und Carnaubawachses. In der Tenacität kömmt es dem Bienenwachse fast gleich. Es ist geschmacklos und riecht ganz schwach balsamisch. Erwärmt bildet es eine klare, mit zahllosen kleinen bräunlichen Pünctchen vermischte Schmelze von rosmarinähnlichem Geruche. Die Pünctchen sind entweder völlig wohlerhaltene Drüsen oder, und zwar häufiger, Fragmente derselben. Die Morphologie der Drüsen könnte wohl Anhaltspuncte zur

1) Chem. Schriften 4. p. 38.

Feststellung der Myrica-Species, von welcher das Wachs abstammt, liefern. Beim Umschmelzen fallen die braunen Körperchen nieder. Durch wiederholtes Umschmelzen gelingt es, das Myricawachs von diesen Beimengungen völlig zu befreien. Ich habe indess bis jetzt kein Myricawachs zur Hand bekommen, welches nicht wenigstens Spuren dieser Drüsen enthalten hätte.

Dichte und Schmelzpunct des Myricawachses werden verschieden angegeben. Der Grund hierfür mag wohl in der verschiedenen Abstammung, vielleicht auch in der Bereitungsweise zu suchen sein. — Nach John schmilzt dieses Wachs bei 42.5, nach Bostock[1] bei 43, nach Moore[2]) bei 47—49° C. — Die Dichte ist bei mittlerer Temperatur nach John gleich 1, nach Moore 1.005, nach Bostock 1.015.

Kalter Weingeist löst nur wenig vom Myricawachs auf. In siedendem Alkohol lösen sich nach Moore nur 80 Proc. auf. Der Rest ist in Aether löslich und krystallisirt aus der Lösung heraus. Wie schon Cadet[3]) gefunden, ist das Myricawachs leicht verseifbar.

Dass das Myricawachs aus Fetten besteht, ist sichergestellt. Hingegen sind die Fettsäuren, welche darin vorkommen, noch nicht genau ermittelt. Nach Chevreul finden sich darin vor: Stearinsäure, Margarinsäure (Palmitinsäure), Oleïnsäure, alle an Glycerin gebunden; nach Moore hingegen Palmitin (palmitinsaures Glycerin), freie Palmitinsäure und etwas Laurostearinsäure. Auch Myristinsäure soll im Myricawachs vorkommen, ja selbst die Bestandtheile des Bienenwachses darin enthalten sein[4]). Die Aschenmenge beträgt etwa 0.17 Proc.

Das Myricawachs wird wie Bienenwachs verwendet. Da es jedoch eine geringere Dehnsamkeit und Klebbarkeit als dieses besitzt, steht es für plastische Arbeiten gegen das echte Wachs zurück. Es wird auch mit diesem gemengt verarbeitet.

4) Japanesisches Wachs.

Dieses Wachs wird aus den Samen von *Rhus succedanea*, eines in Japan und China einheimischen, aber auch in Ostindien cultivirten Baumes gewonnen. Diese Substanz tritt in den Zellen des Samengewebes, und zwar in den Cotylen genau in derselben Form, wie die Pflanzenfette auf, und wird deshalb wie diese durch Auspressen er-

---

1) Nichols, Journ. of nat. Philos. 4.
2) Sillim, Amer. Journ. (2), 33; Chem. Centralblatt 1862.
3) Ann. de Chim. et de Phys. 44. 140.
4) Vgl. Gmelin l. c. VII. (2). p. 1309.

halten[1]. Nach E. Simon[2] in Nagasaki werden die Samen im Herbste geerntet, von den Zweigen abgedroschen, durch 14 Tage getrocknet, hierauf schwach geröstet, zermahlen und in der Wärme ausgepresst. Die Samen geben etwa 25 Proc. Wachs. Durch Bleichen an der Sonne werden bessere Sorten erhalten.

Das japanesische Wachs kömmt in Form von centnerschweren Blöcken, in neuerer Zeit auch in Gestalt kleiner etwa 10 Centim. im Durchmesser haltender Scheiben in den Handel. Es hat eine blassgelbliche Farbe. Beim längeren Liegen wird es aussen intensiver gelb bis bräunlich gefärbt, und überzieht sich alsbald mit einem schneeweissen Anfluge. Das Aussehen der Masse ist wachsartig. Auch theilt diese Substanz mit dem Bienenwachse die Härte und die Eigenschaft, sich schon in der Hand kneten zu lassen. Es bricht eben oder grossmuschelig. Die frische Bruchfläche ist glanzlos, die Schnittfläche hingegen wachsartig glänzend.

Die Innenmasse des Wachses besteht, mikroskopisch betrachtet, aus kleinen, verschieden lichtbrechenden Körnchen und grösseren Körnchen oder Blättchen, die aus mehreren verschieden lichtbrechenden Partien bestehen. Im Polarisationsmikroskop zeigt diese Masse scheinbare Doppelbrechung. Zwischen dem Haufwerke von Körnchen und Blättchen erkennt man einzelne kleine, nadelförmige Krystalle, wahrscheinlich von Palmitinsäure. — Die peripherische, gelbe Substanz besteht aus überaus kleinen, dicht nebeneinander liegenden Körnchen, enthält etwas mehr Krystalle als die Innenmasse, unterscheidet sich aber sonst von dieser nicht weiter. — Der weisse Beschlag ist reich an stäbchenförmigen und breiten prismatischen Krystallen. Erstere sind nicht selten gebogen, letztere fast stets stark corrodirt.

Das specifische Gewicht ist nach H. Müller gleich 0.98, nach Trommsdorff[3] gleich 0.97. Die Angaben über den Schmelzpunct variiren sehr. Nach H. Müller schmilzt es bei 42, nach Oppermann[4] bei 48—50° C. Nach Hanbury soll es sogar erst zwischen 53—55° C. schmelzen. Es scheint, als würden diese Angaben darauf hinweisen, dass das japanesische Wachs, das, wie die chemische Untersuchung ergeben hat, den Fetten unterzuordnen ist, wie viele andere Fette bei längerer Aufbewahrung einen höheren Schmelzpunct annimmt.

Nach H. Müller löst es sich nicht in kaltem, wohl aber in

---

1) De Bary l. c.

2) Wittstein's Vierteljahrschrift XIV. p. 299.

3) S. Gmelin l. c. p. 1305.

4) Ann. de Chim. et de Phys. 49. p. 242.

kochendem Alkohol auf. Die Lösung bildet beim Erkalten eine Gallerte. Durch Kalilauge kann es vollkommen verseift werden.

Nach den Untersuchungen von Mayer und Sthamer besteht das japanesische Wachs vorwiegend aus Palmitinsäure und Glycerin; nach Berthelot dürfte die Hauptmasse Dipalmitin sein[1]. Beim Liegen an der Luft scheint ein Theil der Palmitinsäure abgeschieden zu werden, wie der krystallinische Beschlag und dessen Löslichkeitsverhältnisse vermuthen lassen. — Im unverfälschten Zustande enthält es nur Spuren von Wasser und giebt blos 0.01—0.08 Proc. Asche.

Es wird mit Unschlitt und Wasser, von welchem es bis 30 Proc. durch Einschmelzen aufnimmt, verfälscht (Wimmel).

Das japanesische Wachs bildet unter allen Sorten von Pflanzenwachs den wichtigsten Handelsartikel. Von Japan und Singapore kommen in neuerer Zeit grosse Mengen dieses Körpers in den Handel. Die Waare von Japan wird hauptsächlich auf der Insel Kinsin, auf Sikok und den Lin-tschin-Inseln, aber auch in der Umgebung von Nagasaki gewonnen, und kömmt theils direct von Nagasaki und Osaka, theils über Schanghai und Hongkong nach Europa. Auch das auf Formosa aus *Rhus succedanea* dargestellte vegetabilische Wachs gelangt auf demselben Wege zu uns. Die indische Waare wird von Singapore nach Europa gebracht. Der bedeutendste europäische Handelsplatz für diese wichtige Waare ist gegenwärtig London[2].

Das japanesische Wachs wird als solches und gemengt mit Bienenwachs, wie dieses und zwar gegenwärtig um so stärker verwendet, als es etwa blos halb so hoch als dieses zu stehen kömmt.

5) Vegetabilisches Wachs von *Ficus ceriflua*.

Das genannte Gewächs kömmt in West- und Mitteljava vor und liefert nach Junghuhn[3] einen, der fetten Milch ähnlichen Milchsaft. Ueber freiem Feuer eingedickt verwandelt sich letzterer in ein festes, hartes Wachs von grauer Farbe, welches durch Bleichen reinweiss wird. Das javanische Pflanzenwachs ist im Heimatlande Handelsgegenstand. Ob es auch als Waare nach Europa gebracht wird, kann ich nicht angeben. Das auf Sumatra gewonnene Wachs, Getah Lahoe genannt, stammt nach Blume von demselben Baume ab.

---

1) Ann. de Chim. et de Phys. 41. p. 242.

2) Fachmännische Berichte über die österr. Expedition nach Ostasien 1871. p. 387 und Anhang p. 215.

3) Java, deutsch von Hasskarl Bd. I. p. 318.

Das javanische Pflanzenwachs ist grau gefärbt, härter und spröder als Bienenwachs. Sein specifisches Gewicht beträgt bei mittlerer Temperatur 0.963. Nach Bleekrode[1]) wird es bei 50⁰ C. syrupartig und schmilzt bei 61⁰ C., worauf es wachsartig gesteht. Bei 75⁰ C. wird es dünnflüssig. In kaltem Alkohol lösen sich blos 10 Proc. einer klebrigen Substanz. In Schwefelkohlenstoff ist es unlöslich, hingegen in Aether, Steinöl und Terpentinöl löslich[2]). Nach Bleekrode wird es von siedendem Alkohol gelöst. Kochende Kalilauge entfärbt dieses Wachs, bringt es jedoch nicht in Lösung. Bei der trocknen Destillation liefert es Krystalle, die bei 37.5⁰ C. schmelzen.

Auf Java und Sumatra wird dieses Wachs so wie Bienenwachs verwendet.

6) Ocubawachs.

Ueber die Abstammung dieses Pflanzenwachses ist man noch nicht im Klaren. Nach Peckolt in Cantagallo[3]) wird dieser Körper aus der Frucht eines ihm nicht näher bekannten, am Amazonenstrome wachsenden Baumes, wahrscheinlich einer Myristica-Art gewonnen. Ad. Brogniart lässt es unentschieden, ob *Myristica Ocuba Humb. et Bonp.*, *M. sebifera Swartz* oder *M. officinalis Mart.* dieses Pflanzenwachs liefert. Da aber die Früchte der beiden letztgenannten Pflanzen Fette geben, welche mit dem Ocubawachs nicht zu verwechseln sind, so hat die Herleitung von *M. Ocuba* die grössere Wahrscheinlichkeit für sich.

Nach Peckolt werden die zerkleinerten Früchte mit Wasser durchgekocht, wobei sich das Wachs an der Flüssigkeitsoberfläche ansammelt. Die Früchte liefern etwa 18 Proc. Wachs.

Dieses Pflanzenwachs ist gelblich weiss, weicher als Bienenwachs, in kaltem Alkohol unlöslich, völlig löslich in siedendem Alkohol und Aether. Es schmilzt bei 36.5⁰ C.[4]). Die Dichte ist gleich 0.918 bei 15⁰ C.

Das sog. Bicuhibawachs, welches man von *Myristica Bicuhiba Swartz* ableitet, ist zweifellos mit dem Ocubawachs identisch. Die organische

---

1) Neues Jahrbuch der Pharmacie 7. p. 182.
2) Kaiser, Chem. Centralblatt 1856. p. 477.
3) Zeitschrift des österr. Apothekervereins 1865. p. 484.
4) S. Gerhardt, Org. Chem. II. p. 1055.

Elementaranalyse hat für beide Wachsarten fast die gleiche procentische Zusammensetzung ergeben[1].

Das Ocubawachs bildet in Brasilien, besonders in der Provinz Para, wo es zur Kerzenbereitung dient, einen Handelsgegenstand. Nach Europa kömmt dieses Pflanzenwachs noch nicht.

---

1) S. Lewy, Ann. de Chim. et de Phys. 13. p. 449.

Neunter Abschnitt.

Campher.

Der Baum, welcher den Campher liefert, *Laurus Camphora L.* (*Camphora officinalis Nees.*, *Persea Camphora Spreng.*) gehört in die Familie der Laurineen; seine Heimat ist das östliche Asien. In wärmeren Gegenden wird er häufig der Zierde wegen gezogen, so z. B. in vielen Gärten Italiens. Die Gewinnung des Camphers wird im Südosten von China, im Süden von Japan, auf den Inseln Thaiwan und Formosa, ferner in Cochinchina betrieben.

Alle oberirdischen Theile des Baumes, besonders aber das Holz, sind reich an einem ätherischen Oel, dem Campheröl. In den Spalten des Holzes finden sich Campherkrusten oder krystallinische Anflüge von Campher vor. Zur Darstellung des Camphers dient vorwiegend das zerkleinerte Holz der Stämme und Aeste, aber auch junge, beblätterte Triebe können mit Nutzen zur Gewinnung dieses Körpers verwendet werden. Dass auch das Holz der Wurzel, wie häufig zu lesen ist, Campher liefern soll, bedarf wohl noch genauerer Nachricht[1].

In den grünen Theilen des Baumes findet sich der Campher noch nicht fertig gebildet vor. Hier tritt das Campheröl, welches die Zusammensetzung $C_{10}H_{16}$ besitzt, auf, und dieses verwandelt sich erst unter Sauerstoffaufnahme in Campher, $C_{10}H_{12}O$.

Aus den genannten Pflanzentheilen wird in den oben bezeichneten Ländern der Rohcampher bereitet, aus welchem meist erst in

---

1) Vgl. Scherzer, Zeitschrift des österr. Apothekervereins 1865. p. 332.

Europa der reine Campher fabriksmässig dargestellt wird. Die Pflanzentheile werden in zerkleinertem Zustande mit viel Wasser überschüttet und in Kessel gethan, die mit kühl gehaltenen Töpfen oder hohlen Holzdeckeln überdeckt sind. Kocht man das Gemenge, so geht mit den Wasserdämpfen auch der Campher fort und sublimirt in die Vorlage.

In China bedient man sich jetzt noch in den bedeutendsten Campherdistricten höchst primitiver Destillirapparate, welche in nichts anderem als in trogförmig ausgehöhlten Baumstämmen, die aussen mit Lehm überstrichen und oben mit durchlöcherten Brettern bedeckt sind, auf welche als Vorlage dienende irdene Töpfe gestellt werden, bestehen. Das in kleine Spähne zerschnittene Campherholz wird auf das durchlöcherte Brett gebracht und darüber die Töpfe, mit den Oeffnungen nach unten gestürzt. Der über einem offnen Herde angebrachte Trog ist mit Wasser gefüllt, dessen Dämpfe dem Campherholze den Campher entziehen und in die Töpfe hinaufführen, woselbst letzterer in kleinen Krystallen sublimirt[1].

Im Handel erscheint der Rohcampher in zwei Formen, als Röhren- und Kistencampher. Ersterer kömmt in mit Strohgeflecht überdeckten, durch Bast oder Rohr zusammengefassten Cylindern aus Japan, letzterer in mit Bleifolie ausgefütterten Kisten aus China. Die Stücke des rohen Camphers kommen bis auf die Farbe dem reinen Campher im Aussehen ziemlich nahe; ihre Farbe ist grau oder röthlich. In neuerer Zeit soll die Camphererzeugung in Japan mit solcher Sorgfalt betrieben werden, dass eine nochmalige Raffinade überflüssig ist[2].

Auch aus dem der römischen Kamille in den Eigenschaften nahestehenden, zu den Compositen gehörigen *Chrysanthenum Parthenium. Pers.* (*Pyrethrum Parthenium Smith*, *Matricaria Parthenium L.*), hat man Campher im Kleinen dargestellt, welcher sich von dem Campher von *Laurus Camphora* blos durch Linksdrehung der Polarisationsebene unterscheidet. Die frische Pflanze liefert aber nur etwa 0.3 Proc. ätherisches Oel, das selbst wieder nur 25 Proc. Campher giebt. Es ist also kaum anzunehmen, dass die genannte Pflanze je mit Erfolg auf Campher wird ausgenutzt werden können[3].

Eine sehr merkwürdige Campherart liefert die baumartige Dipterocarpee: *Dryobalanops Camphora Colebr.* (*Camphora sumatrensis W.*),

---

1) Fachmännische Berichte über die österr. Expedition nach Ostasien (1868 bis 1871) China. p. 235.

2) Fachmännische Berichte etc. Japan. p. 387.

3) Journ. de Pharm. 44. p. 16 ff.

welche auf Sumatra, in den Battaländern zwischen Ajer Bangis bis Singkel ausgebeutet wird. Der Baum steht auf gegen die See abfallenden Abhängen, nicht höher als 1000′ über dem Meere. In Rissen älterer Stämme kömmt diese Campherart, Baros-, Sumatra- oder Borneocampher genannt, fertig gebildet, in harten Stücken vor. Durch Auskochen des Holzes, auch durch Anbohren wird es in grösserer Menge gewonnen. Die Ausbeute, welche die einzelnen Bäume liefern, ist eine sehr variable, im ganzen aber so geringe, dass nur sehr kleine Mengen — jährlich etwa einige Hundert Kilogr. — nach China, wo diese sehr theure Sorte von Campher in hohem Ansehen steht, ausgeführt werden. Im Jahre 1836 hatte der Borneocampher in China den hundertfachen Verkaufswerth des gemeinen Camphers. Der Borneocampher stimmt in den äusseren Eigenschaften mit dem gewöhnlichen Campher überein, nur ist er etwas härter, wohlriechender und weniger flüchtig. Er besteht vorwiegend aus Borneol ($Є_{10}H_{18}Θ$) und kleinen Mengen von gewöhnlichem Campher. Im europäischen Handel kömmt diese theure Camphersorte nicht vor[1].

Der Rohcampher wird erst in europäischen Raffinerien (zu London, Amsterdam, Hamburg uud Paris) in jene Form gebracht, in welcher er in unserem Handel erscheint. Die Reinigung des Camphers geschieht in Glaskolben, welche in Sand- oder Aschebäder eingesetzt werden. Der Rohcampher wird entweder mit Kohle oder mit Sand, auch wohl mit Kalk oder Kreide[2] gemengt und langsam erhitzt, wobei er nach den kälteren Theilen des Kolbens hin sublimirt und sich hier in Form flacher, etwas ausgehöhlter Kuchen ansetzt. Beim Ausnehmen der Kuchen giebt man die Glaskolben preis.

Der reine Campher schmilzt nach Gay-Lussac bei 175° C. und siedet erst bei 204° C. Aber schon bei gewöhnlicher Temperatur sublimirt er, wie jedes verschlossene Gefäss, in welchem Campher durch längere Zeit aufbewahrt wurde, zeigt. Der Campher erscheint an den Wänden der Gefässe in Form kleiner tafelförmiger oder prismatischer Kryställchen. In Wasser ist Campher beinahe unlöslich; ersteres löst blos etwa $1/_{1000}$ Campher auf. In den Lösungsmitteln der Harze und in concentrirter Essigsäure ist er leicht löslich. Campher dreht in weingeistiger Lösung die Polarisationsebene nach rechts[3]; an festem, krystallisirten Campher ist keine Circularpolarisation nachweisbar[4].

---

1) De Vriese, Memoire sur le camphrier de Sumatra et Borneo 1856 und Miquel, Flora von Nederl. Indië I. p. 499. ff.

2) S. Perret, Bullet. Soc. chim. 2. VII. p. 343.

3) Biot, Ann. de Chim. et de Phys. 3. T. LIV. p. 417.

4) Descloizeau ebendaselbst 3. T. XVI. p. 220.

Die Dichte kömmt bei mittlerer Temperatur jener des Wassers nahezu, bei 0° völlig gleich. Der eigenthümliche Geruch des Camphers ist bekannt. Der Geschmack dieses Körpers ist bitter und brennend.

Er lässt sich nur schwer zerreiben, besser gelingt dies, wenn er früher mit Alkohol angenässt wurde.

Der Rohcampher ist insofern von technischem Interesse, als er fabrikmässig raffinirt wird. Reiner Campher wird medicinisch benutzt. Er findet auch in der Pyrotechnik Verwendung.

Zehnter Abschnitt.

Stärke.

I. Das Vorkommen der Stärke.

Es giebt nur wenige organische Stoffe, welchen eine so grosse Verbreitung im Pflanzenreiche zukömmt, wie der Stärke; und auch nur wenige dieser Körper treten in einzelnen Pflanzentheilen in solch' grossen Massen auf, als dieser.

Alle grünen, beblätterten Pflanzen enthalten Stärke. Es ist auch erwiesen, dass die Substanz der Stärke nur im Chlorophyll entsteht[1]. Wohl giebt es einige nicht grüne parasitische Blüthenpflanzen (*Orobanchen*, *Neottia* u. s. w.), welche manchmal Stärke, und zwar in wohl ausgebildeten Körnchen führen. Diese Stärke hat sich nun allerdings in den Geweben dieser Schmarotzer organisirt, ist aber, ihrer Substanz nach, in diesen Pflanzen nicht entstanden, sondern wurde in den grünen Organen der Wirthe dieser Parasiten gebildet, und wanderte — in löslicher Form — blos in deren Gewebe ein. — Dass in grünen Algen Stärke vorkömmt, ist lange erwiesen. In den Flechten erscheint die Substanz der Stärke in etwas modificirter Form, allerdings häufig; aber diese Stärke (Lichenin) tritt hier nicht, wie in allen übrigen grünen Pflanzen, in Form von Körnchen auf, sondern ist hier ein Bestandtheil der Zellmembran. Ueber die Flechtenstärke (Lichenin), wird in dem den Flechten gewidmeten Capitel dieses Werkes abgehandelt werden. — Das Auftreten der Stärke in den Pilzen ist wohl behauptet, aber keineswegs mit Sicherheit nachgewiesen worden. Wenn sich Schacht's[2] Beobachtung, dass Amylum

---

1) Sachs, Experimentalphysiologie der Pflanzen p. 321.

2) Anatomie und Physiologie der Gewächse I. p. 56.

in Pilzen vorkömmt, bestätigen sollte, so wird diese Substanz nur als eine in diesen Pflanzen selten auftretende bezeichnet werden müssen; auch könnten dann wohl kaum Zweifel darüber obwalten, dass die Substanz der Stärke in diesen chlorophyllfreien Pflanzen nicht durch Assimilation entstanden, sondern blos in ihre Gewebe übergeführt wurde.

Die Stärke ist ein sogenannter Reservestoff der Pflanze, d. i. ein Körper, der in bestimmten Organen der Pflanzen in Massen angesammelt wird, aber nicht etwa, um hierselbst direct gleich eine Function zu übernehmen, sondern vielmehr um später zum Aufbau neuer Organe bei der Entwicklung der Laubsprosse, Keimlinge u. s. w. zu dienen. So sammelt sich die Stärke im Herbste in den Markstrahlen des Holzes und wird im Frühlinge zum Aufbau von Zweigen und Blättern verwendet; sie sammelt sich in den Kartoffeln und vielen andern knollenförmigen unterirdischen Stämmen an, um in einer nächsten Vegetationsperiode die an solchen Stämmen angelegten Knospen zu ernähren; sie häuft sich in den Früchten unserer Getreidearten, in den Früchten und Samen zahlreicher anderer Pflanzen an, um später das Material zum ersten Aufbau der Organe des Keimes zu liefern, freilich auch um während der Keimung durch Umsetzung von Stärke in Kohlensäure noch andere Arbeitsleistungen zu übernehmen.

Nach der oben gemachten Andeutung über die Entstehung der Stärkekörnchen im Blattgrün ergiebt sich, dass die Stärke in den Markstrahlen, Knollen, Samen u. s. w. nicht entsteht, sondern dahin transportirt wird, und zwar in ähnlicher Weise, wie sie aus den grünen Wirthen in die Parasiten übergeht. Die Menge der Stärke ist in den Erzeugungsstätten, also vornehmlich in den Blättern, nie eine grosse, und selbst dann, wenn hierselbst die Stärke nicht als Einlagerung in ein Chlorophyllkorn, sondern in selbständig ausgebildeten Körnern auftritt, ist in diesen Organen das Stärkequantum ein so geringes, dass eine Abscheidung nur schwer möglich ist, manchmal gar nicht gelingen würde. *Es giebt gar keine Pflanze, deren Blätter, obschon diese die Erzeugungsstätten der Stärke sind, man auf diese Substanz nutzbringend ausbeuten könnte.*

Damit die Stärke aus den Blättern und überhaupt aus den grünen Theilen in die Speicherungsorte: Knollen, Samen u. s. w. gelangen könne, muss sie andere Organe und Gewebe durchschreiten. In diesen — durchwegs parenchymatischen — Geweben ist ihre Menge nie eine reichliche, oft eine sehr spärliche; manchmal hat es sogar seine Schwierigkeiten, die Stärke auf ihren Wegen von den Erzeugungsorten bis zu den Speicherungsräumen zu entdecken. Es liegt dies nicht nur in den geringen Mengen, in welchen sie nach und nach transportirt wird,

sondern auch in dem Umstande, dass jedes Stärkekorn, um aus einer Zelle in eine nächste zu gelangen, löslich werden muss und hierbei eine bisher chemisch noch gar nicht festgestellte Form annimmt, in der es der directen Auffindung entgeht.

Die Stärke tritt in grossen Massen nur in den Speicherungsorten auf, und nur diese, also Knollen, Samen, Früchte und Stämme, können mit Nutzen auf Stärke ausgebeutet werden. Es existiren ausserordentlich viele Pflanzen, deren Knollen, Früchte und Samen zur Gewinnung von Stärke benutzt werden könnten; hingegen nur wenige Bäume, deren Stämme so grosse Massen von Stärke enthalten, dass sich ihre Abscheidung verlohnen würde. Es sind wohl auch nur einige Palmen zu nennen, deren Stämme auf diesen Körper ausgebeutet werden.

Damit aus einem Pflanzentheile Stärke mit Vortheil abgeschieden werden könne, ist es nicht nur nothwendig, dass das betreffende Organ der Pflanze diesen Körper in grosser Menge enthält, und ferner, was übrigens selbstverständlich ist, dass der betreffende Pflanzentheil leicht in grossen Massen gesammelt werden kann; es ist ferner Bedingung, dass die Abscheidung leicht geräth und das Product auch Eigenschaften besitzt, welche es zu bestimmten practischen Zwecken geeignet machen.

Alle stärkereichen Knollen (knollenförmige Stämme oder Wurzeln) haben ein zartwandiges Gewebe, aus welchem die Abscheidung der Stärke leicht gelingt. Die Gewinnung der Stärke aus Samen und Früchten ist hingegen oft schwieriger, wegen der Dichte des Gewebes, oder wegen der Schwierigkeit, die Hüllen zu entfernen oder das Gewebe aufzuschliessen. Reichliche Mengen von Kleber in den Samen machen häufig die Trennung der Stärke von dieser Substanz schwierig oder doch so kostspielig, dass eine Abscheidung des Stärkemehls nicht rentiren würde.

Nicht selten ist die Stärke, welche man billig und massenhaft abscheiden könnte, mit Eigenschaften behaftet, welche sie zum Gebrauche untauglich machen. So liefern manche Varietäten der in den Tropen häufig gebauten *Dioscorea alata* eine stark gefärbte Stärke, welche durch Waschen mit Wasser nicht zu entfärben ist. So geben z. B. die Wurzelknollen der in Französisch-Guiana gebauten Varietät dieser Pflanze, *Igname indien rouge*, ein pfirsichblühfarbenes, die Varietät *Igname pognon jaune* ein gelbes Stärkemehl. Es ist begreiflich, dass diese Färbungen die Verwendbarkeit solcher Stärkesorten sehr begrenzen. — Die Stärke mancher Samen (Rosskastanien u. s. w.) sind mit Gerbstoff stark imprägnirt und eignet sich deshalb nicht als Genussmittel und ebensowenig zu vielerlei technischen Zwecken. Es ist

nun allerdings möglich, den Gerbstoff der Stärke solcher Samen völlig zu entfernen, aber es verlohnt nicht die Kosten. Dies sind nur Beispiele. Geht man genauer in die Eigenschaften der Stärkesorten, die man aus den verschiedensten Pflanzen darstellen kann, ein, so wird man sich überzeugen, dass gar nicht selten dem Stärkemehl fremde, nur schwer entfernbare Stoffe anhängen, welche sie zum practischen Gebrauche ganz oder theilweise untauglich machen.

Diese Umstände bedingen, dass nicht alle stärkereichen Pflanzen auf Stärke ausgenutzt werden können. Aber immerhin ist die Zahl der Gewächse, welche Stärke liefern könnten, eine sehr grosse, und es muss befremden, dass im Grunde genommen doch nur wenige Pflanzen zur Stärkegewinnung im grossen Massstabe benutzt werden. Das Festhalten an dem Hergebrachten ist Schuld daran, dass von unseren Getreidepflanzen am Continente blos der Weizen im Grossen auf Stärke ausgebeutet wird, dass die Fabrication der Maisstärke nur schwer Fuss fassen kann, und dass man die Frage, ob nicht — wenigstens unter Umständen — die Gewinnung der Särke aus anderen Getreidefrüchten z. B. Buchweizen, Gerste, Hafer u. s. w. rentiren würde, noch nicht beantwortet hat. Die Tropengegenden könnten eine enorme Quantität von Stärke liefern: aber mit Ausnahme von *Jatropha Manihot*, *Saghus Rumphii*, *Maranta arandinacea*, *Curcuma angustifolia* und *leukorrhiza*, endlich *Canna edulis*, werden die stärkeliefernden Pflanzen der Tropenwelt fast gar nicht im Grossen ausgebeutet. Die Stärke der Tacca-Arten, der Colocasien, der Musa-Arten (Bananen) und vieler anderer tropischer Pflanzen ist für die europäische Industrie noch belanglos, und die Verwerthung dieser Stärkesorten bleibt der Zukunft vorbehalten. Angesichts der Thatsache, dass die gesegneten Länder der Tropenwelt Stärke und andere Pflanzenstoffe in einer Massenhaftigkeit produciren, mit welcher sich die gleichen Hervorbringungen auf gleichen Bodenflächen in unseren Gegenden kaum vergleichen lassen, kann man den Gedanken nicht zurückdrängen, dass der Zukunft noch ausserordentlich viel zu leisten übrig geblieben ist, und es ist wohl kaum einem Zweifel unterlegen, dass mit den Fortschritten der Cultur der Schatz an Stärkemehl und an anderen Pflanzenstoffen der warmen Gegenden uns immer mehr und mehr nutzbar gemacht werden dürfte.

Ehe ich die Pflanzen, welche entweder käufliche Stärke liefern oder zur Darstellung derselben versuchsweise oder nur in kleinem Massstabe verwendet werden, aufzähle, will ich vorerst jene Stärkesorten nahmhaft machen, welche wichtige Objecte des Handels sind. Dieselben sind:

Die Weizen- und Kartoffelstärke, hauptsächlich auf dem Continente erzeugt und verwendet.

Reisstärke, vorzugsweise in England dargestellt und benutzt.

Sagostärke. In Ostindien und einigen umliegenden Inseln dargestellt, zur Gewinnung des Sago, einer bekanntlich wichtigen Colonialwaare, dienend.

Marentastärke (westindisches Arrow-root). In Westindien und in anderen warmen Gegenden des alten und neuen Continents häufig dargestellt und als Arrow-root in den Handel gebracht.

Maniocstärke. Seit alter Zeit in Brasilien massenhaft gewonnen, in neuerer Zeit auch in vielen anderen Tropengegenden zur Darstellung der Tapioca verwendet.

Curcumastärke. Ostindien. Ist das ostindische Arrow-root.

Cannastärke. Hauptsächlich in Australien gewonnen, bildet das Arrow-root von Queensland.

Hierzu kömmt noch in neuerer Zeit die Maisstärke, welche nunmehr nicht nur in Nordamerika, sondern auch in Europa (Ungarn, Oesterreich) im Grossen erzeugt wird.

Die nachstehenden Pflanzen liefern Stärke für den Handel, oder werden local auf Stärke ausgebeutet. Einige sind wohl noch Objecte des Versuches. Die Stärkesorten der mit gesperrter Schrift aufgeführten Pflanzen werden im Buche ausführlich abgehandelt werden. Hierunter befinden sich nicht nur die wichtigsten Stärken des Handels, sondern auch solche bis jetzt noch minder bedeutungsvolle Sorten, die aber in der Folge wichtig zu werden versprechen.

1) Papilionaceen.

Phaseolus multiflorus Willd. Samen. *Ph. vulgaris L.* Samen.	Bohnen. Allgemein, auch in warmen Gegenden gebaut. In England im beschränkten Massstabe zur Stärkegewinnung benutzt[1].

Ueber die Eigenschaften und Kennzeichen dieser Stärkesorte s. Nägeli, Die Stärkekörner. Zürich. p. 425. Wiesner, Technische Mikroskopie p. 208. M. Hock, in: Mikroskopische Untersuchungen, ausgeführt im Laboratorium für Mikroskopie und technische Waarenkunde am polytechn. Institute in Wien. Herausgegeben von J. Wiesner, Stuttgart 1872 p. 77[2].

[1] Proben hiervon von der Firma J. Reckit et Sons (London) befinden sich im Waarencabinette des Wiener Polytechnikums.

[2] Diese Schrift wird im Nachfolgenden kurz mit »Mikr. Unters.« citirt.

Castanospermum australe Cunn.

Dolichos bulbosus L. (= *Pachyrhizus angulatus Rich.*). Ostindien. Ueber die Stärke aus den Samen s. A. Vogl, Nahrungs- und Genussmittel. Wien 1872 p. 49.

2) Anacardiaceen.

Mangifera indica L. Samen. Liefern fécule de manguier. Auf Martinique und Réunion gewonnen. S. Cat. des col. fr. Paris 1867 p. 133. Ueber Eigenschaften und Kennzeichen s. Wiesner und Hübl, Mikrosk. Unters. p. 68.

3) Euphorbiaceen.

Manihot utilissima Pohl. (= *Jatropha Manihot L.* = *Janipha Manihot Pluck.*). *Manihot Aipi Pohl* und *Manihot Janipha Pohl.* Brasilien. Knollen. Tapioca.

4) Sterculiaceen.

Pachira aquatica Aubl. Samen. Geben fécule de la châtaigne de la Guiane. Martinique. Cat. des col. fr. p. 133. Ueber Eigenschaften und Kennzeichen s. Wiesner und Hübl l. c. p. 67 ff.

5) Cucurbitaceen.

Sicyos angulata L. Aus Samen? Aus Knollen? Das Stärkemehl, auf Réunion gewonnen, heisst fécule de chou-chou. Cat. des col. fr. p. 133. Ueber Eigenschaften und Kennzeichen s. Wiesner und Hübl l. c. p. 67.

Sicyos edulis Jacq. (= *Sechium edule Swartz.*) Westindien. Ueber die Stärkekörner aus den Samen dieser Pflanze s. A. Vogl l. c. p. 49.

Bryonia epigaea Rottl. Aus Samen? Aus Knollen? In Franz.-Indien gewonnen. Cat. des col. fr. p. 133. Ueber Eigenschaften und Kennzeichen nichts bekannt.

Cucurbita sp. Samen. Fécule de citrouille. Französisch-Guiana. Cat. des col. fr. p. 133. Ueber Kennzeichen und Eigenschaften nichts bekannt.

6) Hippocastaneen.

Aesculus hippocastanum L. Samen. Rosskastanienstärke. Nägeli l. c. p. 438 und 568. Wiesner, Techn. Mikr. p. 211. Jacquelain, Bulletin de la société d'encouragement 1862 p. 65.

7) Acanthaceen.

Ruellia pavale Roxb. Samen. Französisch-Indien. Cat. des col. fr. p. 133. Ueber Eigenschaften und Kennzeichen s. Wiesner und Hübl l. c. p. 66.

8) Solanaceen.

Solanum tuberosum L. Knollen. Kartoffelstärke.

9) Convolvulaceen.

Batatas edulis Chois. (= *Convolvulus batatas L.*). Knollen. Fécule de patate.

10) Artocarpeen.

Artocarpus incisa L. fil. Früchte. Fécule du fruit de l'arbre à pain.

11) Polygoneen.

Polygonum fagopyrum L. Samen. Buchweizenstärke.

12) Cupuliferen.

Quercus sessiliflora Sm. und *Q. pedunculata Ehr.* Samen. Eichelstärke. Nägeli l. c. p. 405 und 472. Wiesner, Techn. Mikr. p. 212.

13) Cycadeen.

Zamia sp. Antillen. Die Stärke des Stammes liefert eine Art Arrow-root. Martius, Flora bras. IV. 1. p. 416.

14) Saurureen.

Aponogeton monostachyum L. fil. Knollen. Indien. Cat. des col. fr. p. 132. Wiesner und Hübl l. c. p. 64.

A. distachyum Ait. Knollen. Indien. Payen, Handbuch der technischen Chemie. Deutsch von Stohmann und Engler II. p. 83.

15) Palmen.

Sagus Rumphii Willd. (= *Metroxylon Sagus König*). Mark der Stämme. Sago.

Sagus lævis Rumph. (= *Metroxylon læve König*). S. Sago.

Sagus farinifera Lam. Indien. Mark der Stämme. Sago. Flückiger, Pharmakognosie p. 713.

Arenga saccharifera Lab. (= *Saguerus Rumphii Roxb.* = *Borassus Gomutus Lour.*). Westjava. Mark der Stämme. Seemann, Die Palmen p. 47. de Vry, Journ. de Pharm. 1865 p. 270.

Borassus flabelliformis L. Mark der Wurzeln. Sago.

Caryota urens L. Mark der Stämme. Mysore. Sago. Officieller österr. Ausstellungsbericht 1867. VII. p. 22.

16) Aroideen.

Arum maculatum L. Knollen. Nägeli l. c. p. 500.

Arum esculentum L. Knollen. Fécule de chou-choute.

Colocasia esculenta Schott. (= *Caladium esculentum Vent.*). Knollen. Fécule de chou-taro. Martinique. Wiesner und Hübl l. c. p. 63.

Dracontium polyphyllum. Knollen. Französisch-Indien. Cat. des col. fr. p. 132.

17) Musaceen.

Musa paradisiaca L. Früchte. Bananenstärke.

18) Cannaceen.

Canna edulis Botan. Reg. Knollen. Arrow-root z. Th.

Maranta arundinacea L.
Maranta indica Juss.
Maranta nobilis Moore. } Knollen. Arrow-root z. Th.

M. Alouya Jacq. Cayenne. Knollen. Duchesne, Rep. des plantes utiles etc. p. 46.

M. Arouma Aubl. Guiana. Knollen. Duchesne l. c.

Phrynium dichotomum Roxb. Knollen. Auf Martinique cultivirt. Cat. des col. fr. p. 132. Wiesner und Hübl l. c. p. 60.

19) Zingiberaceen.

Curcuma leukorrhiza Roxb.
Curcuma angustifolia Roxb. } Knollen. Arrow-root z. Th.

20) Taccaceen.

Tacca pinnatifida Forst. (= *Leontice leontopetaloides L.*). Wurzelknollen. Arrow-root z. Th.

21) Dioscoreen.

Dioscorea alata L. Wurzelknollen.

Dioscorea sativa L. Knollen. Tropische Culturpflanze.

22) Liliaceen.

Gloriosa superba L. Unterirdischer Stamm. Französisch-Indien. Cat. des col. fr. p. 132. Münter, Bot. Zeit. III. p. 193 ff.

23) Amaryllideen.

Pancratium maritimum L. Mittelmeerländer. Knollen. Giordane, Génie industr. 1863 p. 306, auch Dingler's polytech. Journ. 169. p. 400.

24) Gramineen.

Triticum vulgare Vill. Weizenstärke.
T. turgidum L. Weizenstärke.
T. spelta L. Weizenstärke.
T. durum Desf.
T. dicoccum Schrank. } Weizenstärke.
T. monococcum L.

Secale cereale L. Früchte. Roggenstärke. Wiesner, Techn. Mikroskopie p. 204.

Hordeum vulgare L. Früchte. Gerstenstärke. Wiesner l. c. p. 204.

Oriza sativa L. Reisstärke.

Zea mais L. Maisstärke.

Unbekannter Abstammung: Arrow-root von Port Natal.

II. Eigenschaften der Stärke.

Die Stärkekörner der Organe bestimmter Pflanzen sind durch bestimmte Form, Grösse, Structur, durch chemische und physikalische Eigenthümlichkeiten ausgezeichnet, und hierauf beruhen auch die Eigenschaften der Stärkesorten. Um die unterscheidenden Merkmale der Stärkesorten kennen zu lernen und einen genauen Einblick in ihre Eigenschaften zu gewinnen, ist es nothwendig, die Eigenthümlichkeiten der sie zusammensetzenden Stärkekörner in's Auge zu fassen. Bevor ich diesen Gegenstand, auf dem die exacte Unterscheidung der Stärkesorten beruht, abhandle, will ich die Eigenschaften, welche die pulverige Stärkemasse darbietet, kurz schildern; da ihre Kenntniss für die beiläufige Unterscheidung und Werthbestimmung der Stärkesorten oft gute Dienste leistet, und manche auf die Stärke im Allgemeinen bezugnehmende Eigenschaften, wie z. B. elementare Zusammensetzung, nur an in ganzen Massen vorliegenden Stärkekörnern ermittelt werden können.

Fast alle Stärkesorten haben eine weisse Farbe; manche

sind aber von Natur aus gefärbt. So giebt es rothe und gelbe von bestimmten Varietäten der *Dioscorea alata* herrührende Amylumsorten. Die weissen Stärkearten zeigen verschiedene Grade von Weisse. Die feinsten Sorten von Weizen- und Reisstärke sind blendend weiss. Erstere werden blos im Sommer gewonnen, und es ist gewiss, dass die starke Einwirkung des Lichtes der Hauptgrund der reinen weissen Farbe solcher Stärkesorten ist. Im Winter dargestellte Sorten stehen den im Sommer bereiteten an Weisse nach. Manche Weizenstärkesorten sind stark in grau geneigt; die Ursache dieser Färbung ist die Anwesenheit von einigen Procenten Kleber, welche in Folge unzweckmässiger Darstellung sich mit dem Stärkemehl abgeschieden haben. Kartoffelstärke, welche bekanntlich stets im Winter dargestellt wird, da das Rohmaterial nur in dieser Zeit in genügender Menge vorhanden ist, hat stets eine gelbliche Farbe. Auch Curcuma- und Cannastärke sind etwas gelblich.

Die Feinheit der Stärkemehlsorten hängt begreiflicherweise von der Grösse der constituirenden Körnchen ab. Die unten folgenden Angaben über die Dimensionen der Amylumkörnchen werden den besten Ausdruck für die Feinheitsgrade der verschiedenen Sorten abgeben. Hier sei nur erwähnt, dass Reis- Hafer- und Buchweizenstärke als Repräsentanten der feinsten, Mais- und Weizenstärke als Muster mittelfeiner Sorten gelten können, und dass die Kartoffelstärke, die Särke von *Canna edulis* und *Curcuma leukorrhiza*, deren Körnchen durchweg schon mit freiem Auge erkannt werden können, zu den gröbsten Stärkesorten des Handels zählen.

Die Dichte der Stärke beträgt etwa 1.5; manchmal etwas mehr, manchmal weniger, je nach den Wassergehalten. Flückiger[1] hat gezeigt, dass lufttrockene Marantastärke ein specifisches Gewicht von 1.504, völlig getrocknete Marantastärke hingegen von 1.565, bei einer Temperatur von 17—18° C. hat. — Die Stärke bestimmter Pflanzen und Pflanzentheile haben wahrscheinlich bestimmte Dichten. So fand Flückiger (l. c.), dass Kartoffelstärke, lufttrocken, ein specifisches Gewicht von 1.503, völlig getrocknet von 1.633 besitzt, also in der Dichte von der Marantastärke verschieden ist. Die Stärkesorten sind in Bezug auf Dichte noch nicht durchgeprüft. Wenn nun auch nicht zu erwarten steht, dass man eine Unterscheidung der Stärkesorten auf die Dichten wird gründen können, so dürfte die Kenntniss dieser Eigenschaft zur Beurtheilung des Werthes dieser Stoffe in der Folge noch dienlich sein. Vielleicht dass die Dichten der Stärkesorten, wenigstens näherungsweise, einen Schluss auf ihren Gehalt an Granulose gestatten.

---

1) Pharmakognosie p. 711.

Das Lichtbrechungsvermögen der Stärke ist ein bedeutendes. Der Brechungsexponent der Cannastärke ist gleich 1.507; da die Körnchen dieser Stärkesorte in Copaivabalsam unsichtbar werden. Das Brechungsvermögen scheint bei allen Stärkesorten nicht das gleiche zu sein. Kartoffelstärke verschwindet in Mekkabalsam völlig, nicht aber in Copaivabalsam. Cannastärkekörnchen hingegen treten in Mekkabalsam mit einiger Deutlichkeit hervor.

Der Wassergehalt frisch bereiteter Stärke beträgt nach Entfernung alles anhängenden tropfbaren Wassers etwa 30 Proc. Lufttrocken führt sie 7—18 Proc. Wasser.

Die Aschenmenge reiner Stärkesorten erhebt sich wohl nicht über 0.6 Proc.

Die Verkleisterung der Stärke in Wasser tritt in der Regel bei Temperaturen über 60° C. auf. Die Temperaturen, bei welchen die Kleisterbildung eintritt, scheinen bei den verschiedenen Sorten von Stärke verschieden, für einzelne Sorten aber nach den Versuchen von Lippmann[1]) constant zu sein.

Die Kleister der verschiedenen Stärkesorten haben verschiedene Eigenschaften und verschiedene Dauerhaftigkeit. Maisstärkekleister hat ein grösseres Steifungsvermögen als der Kleister von Weizenstärke, und dieser wieder ein grösseres als Kartoffelstärkekleister[2]). Reiner Kartoffelstärkekleister ist minder haltbar als ein Kleister aus reiner Weizenstärke. Ersterer verliert unter Bildung organischer Säure früher seine Klebkraft als letzterer. Manche Kleistersorten, wie die aus Marantastärke, sind völlig geruchlos, während andere einen unangenehmen Geruch erkennen lassen, wie z. B. der Kartoffelstärkekleister.

Diastase verwandelt die Stärke bekanntlich in Dextrin und Traubenzucker. Nach Guérin wird desto mehr Dextrin gebildet, je niederer die Temperatur ist. Manche Stärkesorten werden schon durch kleine (Kartoffelstärke), andere erst durch viel grössere Mengen von Diastase in Dextrin und Traubenzucker umgewandelt (Weizenstärke). Säuren und Alkalien spalten, wie bekannt, die Stärke in Dextrin und rechtsdrehenden Zucker; Salpetersäure verwandelt sie je nach der Temperatur, der Dauer der Einwirkung und auch je nach der Concentration in Nitroamylum (Xyloïdin) oder Oxalsäure; Kalilauge in Dextrin, oder Oxalsäure und niedere Fettsäuren.

Auf eine Temperatur von 160° C. gebracht, geht die Stärke in Dextrin über.

Die organische Elementaranalyse lehrt, dass alle Stärkesorten die

---

1) Jahresber. f. Chem. von Liebig und Kopp 1861 p. 715.
2) Wiesner, Dingler's polyt. Journ. 1867. Bd. 190. p. 154.

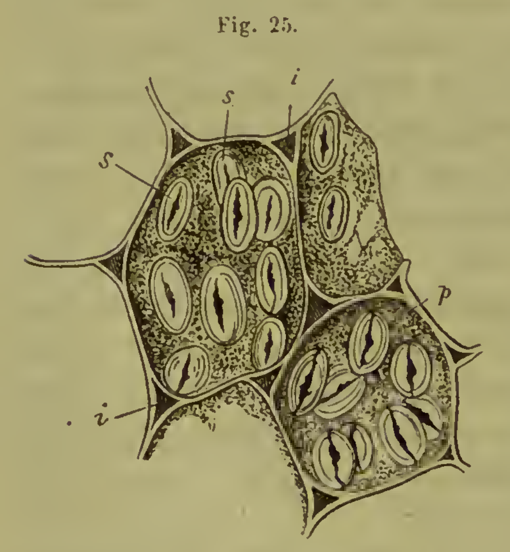
gleiche Zusammensetzung besitzen und hierin mit der Cellulose übereinstimmen, so dass auch der Stärke die Formel $C_6H_{10}O_5$ zukömmt.

Die Stärkekörner. Es liegt nicht im Plane dieses Buches, die Entwicklungsgeschichte dieser Gebilde zu geben, oder ihre Organisationsverhältnisse des näheren zu erörtern. Wohl aber muss hier so tief in die Structurverhältnisse dieser Körper eingegangen werden, als dies zur Darlegung der Eigenschaften der für den Gebrauch dargestellten Sorten und zur möglichst genauen Unterscheidung derselben nach dem heutigen Stande der Wissenschaft nur immer möglich ist.

Die Stärkekörner haben eine bestimmte Organisation, die sich zunächst in einem Schichtenbau ausspricht, der sich um den unten näher zu besprechenden Kern lagert. Der Entstehungsweise nach kann man ein Stärkekorn wohl mit einer Zelle, nicht aber mit einem Krystall vergleichen, da jedes Stärkekorn wie jedes organische Gebilde durch Intussusception wächst und sich keinesfalls durch Anlegung von Aussen vergrössert.

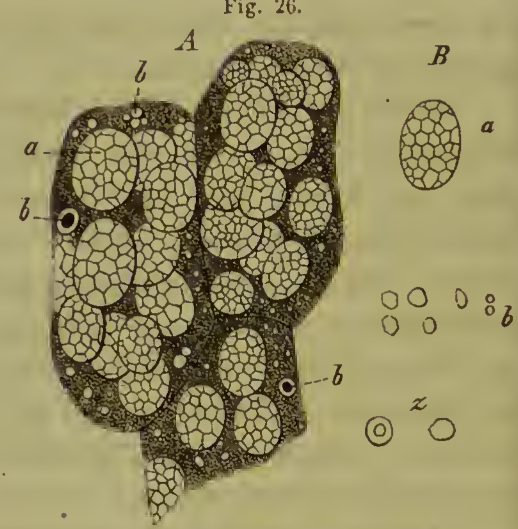
Die Stärkekörner sind entweder einfach, echt oder unecht zusammengesetzt. Unter einfachen Stärkekörnchen versteht man Gebilde mit einem um ein deutlich ausgesprochenes Centrum geordneten Schichtensystem. Echt zusammengesetzte Körner bestehen gewissermassen aus zwei oder mehreren völlig ausgebildeten einfachen Körnern, die aber zu einem bestimmt individualisirten Ganzen vereinigt sind. Einfache

Fig. 25.



Vergr. 300. Ein Gewebsstück aus den Samenlappen der Erbse. *ss* Stärkekörnchen. *p* Protoplasma (Legumin). *ii* luftführende Intercellulargänge.

Fig. 26.

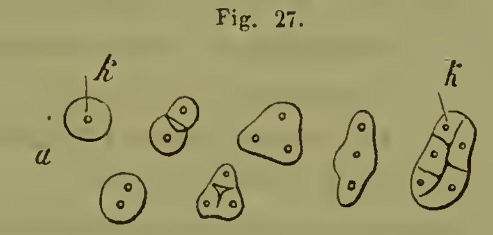


Vergr. 300. *A* stärkeführende Zellen aus dem Sameneiweiss des Hafers. *a* echt zusammengesetzte. *bb* einfache Stärkekörner. *B* Haferstärke. *a* zusammengesetztes Korn. *b* Theilkörner. *z* dieselben, stärker vergrössert.

Stärkekörner verhalten sich mithin zu echt zusammengesetzten etwa so, wie eine freie Zelle zu einem Gewebe. Unecht oder halb zusammen-

gesetzte Stärkekörner halten die Mitte zwischen beiden. Sie enthalten mehrere Kerne und wohl auch, um diese herum, mehrere Schiehtensysteme; es kömmt aber bei ihnen nicht zu einer scharfen Individualisirung der zusammensetzenden Theile. — Einfache und echt zusammengesetzte Stärkekörner kommen überaus häufig in der Natur vor; sie setzen geradezu alle gegenwärtig im Handel vorkommenden Stärkesorten zusammen. Unecht zusammengesetzte sind viel seltener anzutreffen. — Manche Stärkesorten bestehen blos aus einfachen Stärkekörnern (Cannastärke, Curcumastärke), andere blos aus zusammengesetzten (Jatrophastärke), andere wieder sind Gemenge beider (Reisstärke). — Einige Stärkesorten existiren, welehe fast nur aus einfaehen Körnern gebildet werden, und nur ganz kleine Mengen oder nur Spuren zusammengesetzter enthalten (Weizenstärke, Kartoffelstärke). Die constituirenden Individuen eines zusammengesetzten Kornes werden wir in der Folge Theilkörner nennen.

Fig. 27.



Vergr. 300. Stärkekörner der *Chataigne de la Guiane* (*Pachira aquatica*). Alle halbzusammengesetzt bis auf das Korn *a*. *k* Kerne.

Die Zahl der Theilkörner eines zusammengesetzten Stärkekornes schwankt zwischen 2—30000, und ist für viele Stärkesorten innerhalb enger Grenzen constant.

Die Grösse der Amylumkörner muss als eine höchst variable bezeichnet werden. Dies erkennt man nieht nur beim Vergleiehe der Stärkekörner versehiedener Pflanzen, sondern auch, wenn man die Stärkekörner verschiedener Organe einer und derselben Pflanze gegen einander hält. Aber selbst die Stärkekörner eines und desselben Gewebes zeigen niemals eine mathematisehe Uebereinstimmung ihrer Dimensionen untereinander. Nicht nur dass, wie dies z. B. im Sameneiweiss von Weizen, Gerste und Roggen der Fall ist, in einer und derselben Zelle mehrere in Form und Grösse versehiedenartige Stärkekörner vorkommen, lassen selbst die Körner der gleiehen Art eine gewisse Variation der Grösse stets mehr oder weniger deutlich erkennen. Die Variation bewegt sieh stets innerhalb gewisser, bestimmbarer Grenzen, so dass die Grösse der Körner für die Characterisirung der Stärkesorten einen sehr wiehtigen Anhaltspunct gewährt. Ieh habe mich überzeugt, dass die Bestimmung von mittleren Grössenwerthen für die Unterscheidung der Stärkesorten ziemlieh werthlos sind; dass man hingegen durch Ermittelung von Grenzwerthen und Feststellung des aus einer grösseren Beobachtungsreihe sieh ergebenden häufigsten Werthes, die Dimensionen der Stärkekörner am zweckmässigsten für die Characteristik der Stärkesorten ausnutzen kann. Wenn

ich z. B. die Länge von 50—60 Theilkörnern der Tapioca messe, so werde ich finden, dass die kleinsten Längen nicht unter 0.007 fallen, die grössten nicht über 0.029 Millimeter steigen, und dass die meisten der aufgefundenen Werthe sich der Grösse 0.020 Millimeter nähern. Wenn ich nun durch Messung anderer Körner derselben Art eine neue Beobachtungsreihe aufstelle und selbe in derselben Weise behandle, also Grenz- und häufigste Werthe ermittle, so gelange ich wieder zu denselben Resultaten. Wenn ich hingegen aus den gleichen Beobachtungsreihen Mittelwerthe berechne, so ergeben sich hierbei stets, und zwar nicht selten erhebliche Differenzen.

Nach der Grösse der Körner kann man grosse, mittlere und kleine Stärkekörner unterscheiden.

Kleine Körner (etwa 0.002—0.015 Millim. im Durchmesser):

- Theilkörner und einfache Körner von Reis, Hafer, Buchweizen.
- Die sog. kleinen Stärkekörnchen von Weizen, Roggen, Gerste u. s. w.

Körner mittlerer Grösse (etwa 0.02—0.05 Millim.):

- Zusammengesetzte Körner von Reis, Hafer.
- Die sog. grossen Stärkekörnchen von Weizen, Roggen und Gerste.
- Einfache Körner vom Mais.
- Die Stärkekörner der Hülsenfrüchte.
- Die Theilkörner der Tapioca u. s. w.

Grosse, nämlich schon mit freiem Auge wahrnehmbare Stärkekörner:

- Die einfachen Stärkekörner von *Curcuma leukorrhiza*, von *Canna edulis*, von der Kartoffel, vom echten Sagobaume u. s. w.

Form der Stärkekörner. Die Gestalt der Amylumkörner ist fast stets eine rundliche; und nur wenn Stärkekörner im beschränkten Raume sich noch eine Zeit weiter entwickeln, kömmt es zu abgeplatteten Hemmungsbildungen. Es entstehen polyedrische Formen, die in Bezug auf Gestalt und Entstehung mit abgeplatteten Parenchymzellen übereinstimmen. Nur sehr selten haben die Stärkekörner von den angegebenen verschiedene Formen, Folgen von sehr complicirten Wachsthumsvorgängen, so z. B. die schenkelknochenförmigen Stärkekörner aus dem Milchsafte der Euphorbiaceen. In den käuflichen Stärkesorten findet man nur runde und polyedrische Formen.

a) Runde Formen.

kugelig: kleine Stärkekörnchen von Weizen, Roggen, Gerste; z. Th.

elliptisch (etwas abgeplattet): Stärke der Hülsenfrüchte.
eiförmig: Kartoffelstärkekörner.
linsenförmig: grosse Stärkekörnchen von Weizen, Roggen und Gerste.
scheibenförmig: Stärkekörnchen von *Curcuma leukorrhiza* (Knollen).
stabförmig gestreckte: Stärke von *Musa paradisiaca* (Frucht).

b) Polyedrische Formen.
Einfache Stärkekörnchen von Reis, Mais und Buchweizen.
Theilkörner von Reis, Hafer u. s. w.

Die Theilkörner der zusammengesetzten Stärkekörner halten oft zwischen den runden und polyedrischen Formen die Mitte, indem an selben entweder eine sphärische und eine ebene Fläche vorkömmt (Zwillingskörner der Tapioca und des Sago) oder die Begrenzung durch mehrere ebene und eine oder mehrere gekrümmte Flächen erfolgt.

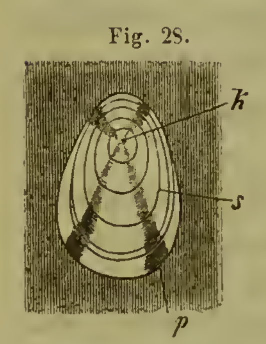
Structur der Stärkekörner. Alle einfachen Stärkekörner und ebenso alle Theilkörner sind geschichtet. Zwischen einer äussern continuirlichen, hautförmigen Grenzschicht und einem stets in der Axe, manchmal in der Mitte des Kornes liegender Kern ist ein System von Schichten anzutreffen, von denen jede einzelne ebenso wie die Grenzschicht eine continuirliche, geschlossene Haut darstellt. An jedem Stärkekorn kann man mithin einen Kern und Schichten erkennen.

Der Kern eines lebenden Stärkekorns ist stets weicher als die ihn umgebenden Schichten. Immer ist der Kern von der Umgebung optisch unterschieden, und fast immer liegt der Grund hierfür in dem geringeren Brechungsindex der Substanz des Kernes gegen die Nachbarsubstanz. Die trockenen Stärkekörnchen führen an Stelle des Kernes einen kleinen kugeligen oder spaltenförmigen Hohlraum, der mit Luft gefüllt ist, und in Folge dessen im Mikroskop schwarz erscheint. Der Kern liegt, wie schon erwähnt, stets in der Axe des Kornes; befindet er sich genau in der Mitte des Kornes so nennt man ihn central, ist er hingegen einem der Enden näher als dem andern, so wird er als excentrisch bezeichnet.

Die Schichten treten nicht immer mit gleicher Schärfe hervor. Die Stärkekörner der *Canna edulis*, der *Curcuma leukorrhiza*, der Kartoffel erscheinen stets ausgezeichnet geschichtet; an anderen, wie z. B. an den grossen Stärkekörnern von Weizen, Roggen und Gerste sind die Schichten undeutlich, oft direct mit den besten optischen Hülfsmitteln nicht zu sehen; endlich giebt es Amylumsorten, deren Körner gar keinerlei Schichtung zeigen, wie z. B. die Stärkekörner aus der

gelben Rübe und aus den Samen der *Ruellia pavale.* — Durch Säuren und Alkalien werden die Schichten deutlicher. Viele Stärkekörner, welche im unveränderten Zustande gar keine oder nur eine höchst undeutliche Schichtung zu erkennen geben, werden durch Chromsäure [1]) oft überaus deutlich geschichtet, so z. B. die grossen Stärkekörner von Weizen, Roggen und Gerste. Manche Stärkesorten existiren, deren Stärkekörnchen bis jetzt noch nicht in Schichten zerlegt wurden, so z. B. die Amylumkörner aus den Samen von *Ruellia pavale.* Aber auch solche Körner scheinen nichtsdestoweniger doch geschichtet zu sein, da auch diese Körner, wie überhaupt alle Amylumkörner bei gekreuzten Nicols im Polarisationsmikroskop mit einem dunkeln, durch den Kern hindurchgehenden Kreuze erscheinen, welches Phänomen sich wohl kaum anders, als durch Lamellarpolarisation hervorgerufen, erklären lässt. — Die Schichtung ist entweder eine concentrische oder eine excentrische, je nachdem sie um einen centralen oder excentrischen Kern gelagert ist.

Fig. 28.



Ein Stärkekorn der Kartoffel im polarisirten Lichte. *s* Schichten. *k* Kern. *p* Polarisationskreuz.

Ein centraler Kern und concentrische Schichten finden sich an den Stärkekörnchen von Reis, Hafer, Gerste, Roggen, Weizen, Mais u. s. w.; ein excentrischer Kern und excentrische Schichten an den Amylumkörnchen der Kartoffel-, Canna-, Curcumastärke u. s. w. — Die Grösse der Excentricität ist für die Körner bestimmter Sorten constant. Sie wird ausgedrückt durch einen Bruch, dessen Zähler, gleich Eins, die Entfernung des Kernes vom nahen Ende, und dessen Nenner die Entfernung vom fernen Ende des Kornes angiebt. Die Excentricität steigt von $\frac{1}{1.5}$ bis auf $\frac{1}{70}$. Ersterer Fall wurde am Port Natal bei Arrow-root, letzterer von Nägeli bei *Canna lagunensis Lindl.* beobachtet.

Ueber das Zustandekommen der Schichten sind die Ansichten wohl noch nicht geklärt. Nach Nägeli's Auffassung beruht die Schichtung nur auf einem Wechsel von wasserarmen und wasserreichen Schichten. Wenn nun auch nicht geläugnet werden kann, dass in der That in einem Stärkekorne sehr häufig Schichten von höchst verschiedenem Wassergehalte vorkommen, von denen die wasserreichen im Mikroskop röthlich, die wasserarmen bläulich erscheinen; so giebt es doch auch Gründe, welche dafür sprechen, dass die optisch verschiedenen Schichten chemisch different sind, nämlich die beiden Haupt-

1) Weiss und Wiesner, Bot. Zeit. 1866 p. 96 ff.

bestandtheile eines Stärkekorns, Cellulose und Granulose in den einzelnen Schichten in verschiedenen Mischungsverhältnissen enthalten[1].

Chemische Zusammensetzung der Stärkekörner. Es ist wohl leicht einzusehen, dass ein im Wachsthum begriffenes Stärkekorn aus zahlreichen chemischen Individuen zusammengesetzt sein wird und dass, zum mindesten kleine Mengen von Stoffen, welche im Zellsafte gelöst sind, das Korn durchdringen werden. Aber selbst die aus den Pflanzengeweben abeschiedene Stärke ist oft noch mit Stoffen (Gerbstoffen, Farbstoffen, riechenden Körpern u. s. w.) durchsetzt, welche, wie oben angedeutet wurde, ihrer gewerblichen Verwendung oft hinderlich sind. Aber auch sogenannte reine Stärke ist noch kein chemisches Individuum. Immer liefert dieser Körper noch 0.2—0.6 Proc. Asche.

Das Amylum der Chemiker besteht nach den Untersuchungen von Nägeli aus zwei — selbstverständlich isomeren — Kohlenhydraten, nämlich aus einer durch Speichel ausziehbaren Substanz, Granulose genannt, und aus einem nach der Extraction der Granulose in Form des Stärkekorns zurückbleibenden Körper, welcher gegen Jod und Kupferoxydammoniak die Reactionen der Cellulose zeigt, nämlich nach Tränkung mit Jodlösung auf Zusatz von Schwefelsäure eine blaue Farbe annimmt, durch Kupferoxydammoniak hingegen gelöst wird.

Nach Kabsch steigert sich die Fähigkeit des Speichels Granulose zu lösen durch Zusatz von 10 Proc. Kochsalz. Ausser Speichel entziehen noch zahlreiche andere Substanzen der Stärke die Granulose, so nach Melsens Diostase, Pepsin, organische Säuren. Stärke, welche mit Hefe gemengt, einige Zeit aufbewahrt wird, verliert nach und nach die Granulose. Auch verdünnte Chromsäure, der etwas Schwefelsäure zugesetzt wird, erschöpft die Stärkekörner an Granulose[2], doch scheint die Entfernung dieser Substanz nicht durch blose Lösung, sondern durch Umwandlung in einen andern gelösten Stoff zu erfolgen.

Es sind von mehreren Seiten Einwendungen dagegen erhoben worden, dass der nach der Ausziehung der Granulose verbleibende Rest Cellulose ist. Jedenfalls ist der Rückstand ein der Cellulose sehr nahestehender Körper, wie seine Ueberführbarkeit in Zucker, seine Uebereinstimmung in der Formel mit dem Zellstoff und sein Verhalten gegen Kupferoxydammoniak, ferner gegen Jod und Schwefelsäure annehmen lassen. Die Unterschiede die zwischen Cellulose und dem in Rede stehenden Körper, den H. v. Mohl als Farinose angesprochen hat, bestehen, sind sehr unerhebliche, so dass man gegenwärtig wohl

---

1) S. hierüber: Technische Mikroskopie p. 72 ff.

2) Techn. Mikr. p. 71.

am besten thut, diese Substanz für Cellulose zu halten, und dies ist gewiss um so berechtigter, als der Einwand gegen diese Auffassung, die Stärke sei verdaulich, und Cellulose nicht, durch neuere Untersuchungen, welche gezeigt haben, dass kleine Mengen von Cellulose auch verdaut werden können — und die Menge der Cellulose oder celluloseartigen Substanz in der Stärke scheint meist nur eine geringe zu sein — entkräftigt wurde.

Es scheint nicht, dass die Menge der Granulose und Cellulose in allen Stärkesorten dieselbe ist. Nägeli (l. c.) hat einige Thatsachen constatirt, aus denen mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit hervorgeht, dass Weizenstärke mehr Granulose enthält als Kartoffelstärke. Manche Eigenthümlichkeiten der einzelnen Stärkesorten dürften wohl in einem verschiedenen Mengenverhältniss dieser beiden Körper ihren Grund haben.

III. Die Gewinnung und Verwendung der Stärke.

Eine genaue Darstellung der Methoden, nach welchen die Stärkesorten im Grossen erzeugt werden, kann hier nicht erwartet werden; es ist dies wohl hauptsächlich ein Gegenstand der Technologie, da es hierbei ja vornehmlich auf die Beschreibung von Apparaten und Maschinen ankömmt, welche im Betriebe der Stärkefabrication in Verwendung kommen. Da aber die Erzeugungsweisen der Stärkesorten auf die Eigenschaften des dargestellten Productes einen Einfluss nehmen, so kann ich diesen Gegenstand nicht ganz übergehen. Es soll hier das Principielle der Darstellungsmethoden der Stärke nur im Kurzen erörtert und vornehmlich nur das erwähnt werden, was mit dem histologischen Baue der zur Stärkegewinnung dienenden Pflanzentheile im Zusammenhange steht, ein Gegenstand, der in technologischen Schriften entweder gänzlich übergangen oder nur oberflächlich behandelt wird.

Für die Darstellung der Stärke aus Knollen (Kartoffelknollen u. s. w.) kennt man zwei principiell verschiedene Methoden. Die eine, es ist die fast allgemein angewendete, besteht in einer möglichst vollständigen mechanischen Zerkleinerung der Knollen auf Reibcylindern und dergleichen Apparaten. Auf diese Weise wird ein Brei erhalten, den man auf Sieben auswäscht, in neuerer Zeit unter Wasserzufluss auf Sieben ausbürstet. Von den Sieben läuft dann eine milchige Flüssigkeit ab, aus welcher sich Stärke niederschlägt, die man durch Waschen oder auch durch Centrifugiren reinigt. Die Stärke wird hierauf, gewöhnlich in Trockenkammern bei erhöhter Temperatur, getrocknet und

die Masse sodann zwischen Walzen zerdrückt. — Die auf den Sieben zurückbleibende Masse, die Pülpe, enthält stets noch einige Procente Stärke, da es durch die Zerkleinerungsvorrichtungen nicht gelingt, alle Zellen des stärkeführenden Gewebes aufzuschliessen. Die Pülpe wird deshalb verfüttert oder zur Stärkezucker- und Branntweinbereitung benutzt.

Eine zweite von Völker angegebene Methode der Stärkegewinnung aus Knollen beruht auf einer chemischen Aufschliessung der Zellen. Die Knollen (Kartoffelknollen, denn nur auf diese wird die Völker'sche Methode bis jetzt in Anwendung gebracht) werden in Scheiben zerschnitten, in lauem Wasser einige Zeit macerirt, hierauf in Haufen zusammengeworfen und durch einige Zeit sich selbst überlassen, wobei die Temperatur auf etwa 40° C. steigt. Hierbei gehen in den Geweben der Knollen chemische Veränderungen vor sich, die bis jetzt noch nicht näher studirt wurden, die aber gewiss darauf hinauslaufen, dass sich Substanzen bilden, welche nicht nur die Intercellularsubstanz des stärkeführenden Gewebes auflösen, sondern auch die Zellwände angreifen und theilweise zur Lösung bringen, so dass auf diese Weise die Zellen und zwar erwiesenermassen viel vollständiger als bei der früher geschilderten Methode aufgeschlossen werden. Es dürften hierbei wohl hauptsächlich organische Säuren gebildet werden, welche die aus Pectinkörpern bestehende Intercellularsubstanz lösen. Welche chemische Vorgänge aber die Auflösung der Cellulosewände nach sich ziehen, ist bisher noch völlig räthselhaft. Der Process dieser Stärkegewinnung ist aber bis jetzt noch gar nicht studirt worden. Der so erhaltene Brei wird auf Siebe gebracht und auf die oben angegebene Weise behandelt. — Die Aufschliessung der Zellen ist hierbei gewiss eine vollständigere als bei der mechanischen Zerstörung der Gewebe, ob aber hierbei nicht die Stärke eines Theils ihrer Granulose beraubt wird, ist bis jetzt ununtersucht geblieben.

Da das Material zur Kartoffelstärkegewinnung nur im Winter in grossen Massen vorhanden ist, kann die Fabrication der Kartoffelstärke nur im Winter betrieben werden. Da das Licht einen entschieden bleichenden Einfluss auf die Stärke ausübt, so ist leicht einzusehen, dass die Kartoffelstärke in Betreff der Weisse gegen im Sommer dargestellte Sorten von Weizenstärke zurückstehen muss. Die Kartoffelstärke hat stets einen deutlichen Stich in's Gelbliche. —

Die Darstellung der Stärke aus Samengeweben ist immer complicirter und schwieriger als die aus Knollen; nicht nur weil das Gewebe der Samen trocken und dichter ist als die stärkereichen Gewebe unterirdischer Pflanzentheile, sondern weil neben der Stärke in den Samen häufig noch andere Körper vorkommen, deren Dichte mit jener des

Amylum nahezu übereinstimmt, und die in passender Weise von der Stärke getrennt werden müssen. In der nachfolgenden Darstellung habe ich vorzugsweise die Weizenstärke im Auge, da die Fabrication derselben am meisten vervollkommnet ist und als Vorbild für die Verarbeitung trockener Früchte und Samen auf Stärke gelten kann.

Die Weizenstärke wird entweder aus Weizenkörnern, oder aus geschrotetem Weizen, oder endlich aus Weizenmehl dargestellt. — Die Abscheidung aus dem unzerkleinerten Korne ist die älteste und zweifelsohne unzweckmässigste Gewinnungsart der Stärke, da hierbei der Kleber, ein doch werthvoller Körper, entweder ganz preisgegeben, oder in verändertem und fast werthlosem Zustande erhalten wird. Ein ähnliches gilt für geschroteten Weizen als Material zur Stärkegewinnung, nur hat man hierbei den Vortheil, dass die Dauer der Erzeugung abgekürzt wird. — Die Darstellung der Weizenstärke aus Weizen kann auf zweierlei Weise betrieben werden, nämlich ohne und mit Gährung. Erstere Methode besteht darin, dass man die Körner in Wasser erweicht, bis sie sich leicht zwischen den Fingern zerdrücken lassen, was im Winter zehn, im Sommer etwa fünf Tage in Anspruch nimmt. Die erweichten Körner werden hierauf zwischen Walzen zerdrückt, und die Stärke aus dem erhaltenen Brei entweder durch Austreten in Tretfässern oder durch Schlämmen abgeschieden. Bei dieser Erzeugung setzt sich mit der Stärke stets eine kleine Menge des Klebers ab, welche selbst durch Schlämmen nicht gänzlich entfernt werden kann. Eine derartig dargestellte Stärke hat stets eine grauliche Farbe oder doch wenigstens einen Stich in's Graue, und selbst durch längere Einwirkung des Sonnenlichtes kann auf diese Weise kein völlig rein weisses Product erhalten werden; auch ist eine solche Stärke, ihres Klebergehaltes wegen, nicht so haltbar wie reine Stärke. Bei der Stärkegewinnung aus Weizenkörnern mittelst Gährung überlässt man den Stärkebrei, mit Wasser verdünnt, einige Zeit sich selbst, bis Gährung (zuerst alkoholische, dann milchsaure) eingetreten ist und eine Schimmeldecke (gewöhnlich von *Penicillium glaucum Link.*) an der Flüssigkeitsoberfläche sich gebildet hat. Die hierbei entstandenen organischen Säuren lösen den Kleber auf; es ist somit einleuchtend, dass die nach diesem Verfahren abgeschiedene Stärke völlig rein und weiss erhalten werden kann. In welcher Weise in dem Stärkebrei die Gährung eingeleitet wird, ist leicht begreiflich. Die den Weizenkörnern nur in Spuren anhaftenden und selbst die aus der atmosphärischen Luft in die Flüssigkeit hereintretenden Fermentorganismen können wohl nur anfänglich eine überaus schwache Gährung hervorbringen und es wird längere Zeit verfliessen müssen, bis die Gährung eine genügend starke sein wird. Eine Beschleunigung der Auflösung des Klebers durch die Gährungs-

producte wird begreiflicher Weise eintreten, wenn man zu dem Brei Zusätze macht, welche reich an geeigneten Fermentorganismen sind, z. B. Hefe, Sauerteig oder sog. Sauerwasser, nämlich die Flüssigkeit, welche bei der Gährung des Stärkebreies betheiligt war. Obwohl nun nach diesem Verfahren eine sehr reine Weizenstärke, die durch Bleichung an der Sonne blendend weiss zu machen ist, erhalten werden kann, so ist diese Methode doch insofern nicht als eine rationelle zu bezeichnen, als hierbei der Kleber, ein in unverändertem Zustande doch so werthvoller Körper, völlig preisgegeben wird.

Die vollkommenste Art der Stärkegewinnung aus Weizen ist entschieden die Abscheidung der Stärke aus Mehl. Diese Darstellungsmethode wurde bekanntlich von Martin angegeben. Sein Verfahren besteht darin, aus Weizenmehl und Wasser einen Teig von bestimmter Consistenz zu bereiten, und diesen unter fortwährendem Kneten auf Sieben, auf die continuirlich Wasser strömt, in möglichst kurzer Zeit seiner Stärke zu berauben, welche mit dem Wasser von den Sieben abfliesst und sich zu Boden schlägt. Das Kneten wird entweder durch Hand- oder Maschinenarbeit vollzogen. Am Siebe bleibt der Kleber in unverändertem Zustande zurück, der nun zur Herstellung von Nahrungsmitteln (kleberreichem Brode, Teigwaaren; gekörnt und mit Tapioca oder Reisstärke versetzt zu sog. Potages des franz. Handels) u. s. w. verwendet wird. — In neuerer Zeit hat man das Martin'sche Verfahren in einigen deutschen Stärkefabriken derart abgeändert, dass man das Mehl mit Wasser zu einem Brei vereinigt, den man in Centrifugalapparaten behandelt, wobei sich die Stärke als dichtester Bestandtheil des Mehles, mit etwas Kleber gemengt, an den Wänden der rotirenden Trommeln (Rohstärke), mehr nach innen zu aber ein überaus kleberreiches Mehl (Kleberbrei) abscheidet. Die Rohstärke unterwirft man vor dem Auswaschen einer schwachen Gährung, wobei die kleinen Mengen von Kleber zerstört werden. Der Kleberbrei wird je nach dem Grade seiner Reinheit entweder zu einem Nahrungsmittel (Klebergries, Klebermehl) verarbeitet, oder als Viehfutter benutzt.

Die Verwendung der Stärke kann hier wohl nur berührt werden. Die Stärke dient als solche oder halb verkleistert als Sago oder Tapioca zur Darstellung von Speisen und Backwerk; grüne (nicht getrocknete) Stärke, hauptsächlich Kartoffelstärke, zur Darstellung von Dextrin, Stärkezucker (Traubenzucker), Oxalsäure. Trockene Stärke wird zur Bereitung von Kleister etc., der wieder entweder als Klebmittel oder zum Appretiren von aus Baumwolle oder Leinenfasern verfertigten Garnen und Geweben, ferner als Verdickungsmittel für Farben und Beizen in der Färberei und im Zeugdruck, auch zur Darstellung

von Farben dient, verwendet. Waschblau ist zumeist gefärbte Stärke. Zur Färbung der besseren Waschblausorten dient Indigoblauschwefelsäure oder ein ähnliches Indigopräparat. Zu geringeren Sorten benutzt man auch Lackmus, Blauholzextract oder Mineralfarben. In neuerer Zeit stellen auch einige englische und deutsche Fabricanten aus Reis- oder Weizenstärke ein durch Anilinfarben verschieden gefärbtes Product dar, welches zu gleichzeitigem Appretiren und Färben von Geweben dient und selbst im Haushalte verwendet werden kann. Um das Bläuen der Wäsche zu ersparen, erzeugt man jetzt in England (aus Reisstärke), in Frankreich (aus Weizenstärke) eine schwach bläulich gefärbte Stärke. Feine Stärkesorten werden auch als Schminke und Haarpuder verwendet. Reine Stärkesorten, z. B. gute Weizenstärke (amylum tritici), Arrowroot (amylum marantæ etc.) finden auch eine medicinische Benutzung.

IV. Specielle Betrachtung der Stärkesorten des Handels [1]).

1) Weizenstärke.

Es ist dies die für den Continentalhandel wichtigste Stärkesorte.

Nicht alle Weizenarten werden gleich häufig zur Stärkegewinnung benutzt. Es sind aber auch nicht alle hierzu gleich geeignet. Reichthum an Stärke und leichte Abscheidbarkeit derselben sind die Grundbedingungen für die zur Stärkegewinnung dienlichen Weizensorten. Die von gemeinem Weizen (*Triticum vulgare Vill.*) abstammenden Weizensorten sind hierzu ganz geeignet. Doch liefert Spelz oder Dinkel (*Triticum spelta L.*), eine besonders in Würtemberg und Baden häufig gebaute Getreideart, ein schöneres Product; und der sog. englische Weizen (*Triticum turgidum L.*) durch ein volles, bauchiges Korn mit mehligem Bruche ausgezeichnet, giebt mehr Stärke als gemeiner Weizen.

Andere Weizenarten werden zum mindesten nicht im grossen Massstabe zur Stärkegewinnung benutzt. Harter Weizen (*Triticum durum Desf.*), blé dur des französischen Handels, durch ein hartes, glasig

---

1) Vgl. hierüber Nägeli, Die Stärkekörner.
Flückiger, Pharmakognosie.
Wiesner, Technische Mikroskopie.
Derselbe, Bericht über die Stärkesorten, welche zur Pariser Ausstellung (1867) gesendet wurden. Oesterr. offic. Ausstellungsbericht Bd. 3. VII. p. 17 ff.
Wiesner und Hübl. l. c.

brechendes Korn kenntlich, ist zur Stärkegewinnung nicht recht geeignet. *Triticum dicoccum Schrank* (= *T. amyleum Sering.*), nämlich sog. Emmer, und das Einkorn, *Triticum monococcum L.*, sind wohl zur Abscheidung tauglich, werden aber hierfür, soviel mir bekannt, nicht benutzt.

Der Weizen ist bekanntlich eine Frucht, an welcher eine äussere Haut (Fruchthaut) und eine innere Haut (Samenhaut), ferner der Keim und ein den letzteren einschliessendes, stärkeführendes Sameneiweiss unterscheidbar sind. Das Gewebe des letzteren liefert die Stärke. Die Abscheidung erfolgt nach den oben (p. 258 ff.) angegebenen Methoden.

Das erzeugte Product ist entweder reinweiss oder etwas grau, wenn es nicht genügend durch das Licht gebleicht wurde oder noch kleine Mengen von Kleber enthält. Es erscheint im Handel entweder in Form eines feinen Pulvers oder in unförmlichen Brocken. Einige rheinländische Fabriken bringen die Weizenstärke in Form von cylindrischen Stängelchen, welche in Form und Grösse an das gegossene salpetersaure Silberoxyd erinnern. Die Weizenstärke giebt guten und haltbaren Kleister, lässt sich aber nur verhältnissmässig schwierig in Traubenzucker überführen, so dass sie zum Appretiren von Garnen und Geweben sehr gut, minder zur Fabrikation von Traubenzucker verwendbar ist, und hierzu wohl auch nicht benutzt wird.

Es ist schon oben angedeutet worden, dass die Stärkekörner von Weizen, Roggen und Gerste untereinander eine grosse Uebereinstimmung in den morphologischen Verhältnissen zeigen. Es ist sehr leicht, auf mikroskopischem Wege diese drei Stärkearten von allen übrigen Stärkesorten des Handels, aber mit einigen Schwierigkeiten verbunden, jene drei Amylumsorten von einander zu unterscheiden. Die Uebereinstimmung ist, wenn man von den Dimensionen der Körner abstrahirt, eine so grosse, dass mehrfach die Behauptung aufgestellt wurde, es sei unmöglich, für jede dieser Stärkesorten specifische Charactere festzustellen.

Ich habe mich mit der Unterscheidung dieser drei Stärkesorten eingehend beschäftigt[1]) und bin zu dem Ergebniss gekommen, dass die Unterscheidung für alle in der Praxis vorkommenden Fälle ganz gut gelingt. Dieser Gegenstand ist für die Untersuchung der Mehle noch wichtiger als für die der Stärkesorten, da Roggenstärke und Gerstenstärke gewöhnlich nicht dargestellt werden und wohl schwerlich jemals als Substitute für Weizenstärke fungiren dürften. Aber die Frage kömmt in der Praxis häufig vor, ob eine Mehlsorte

---

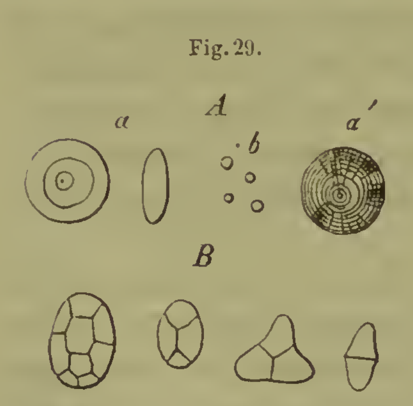
1) Mikr. Unters., Untersuchungen über die Morphologie der Weizenstärke. p. 71—80.

Weizen-, Roggen- oder Gerstenmehl ist, und ob nicht eine derselben mit einer zweiten versetzt wurde. Alle diese Fragen lassen sich nun durch Messung der Stärkekörner lösen. Da ich im Anhange zu diesem Capitel auch über die Unterscheidung der Mehle abhandeln werde, so halte ich es für zweckdienlich hier nicht nur die Morphologie der Weizenstärke ausführlich abzuhandeln, sondern auch die Unterscheidung der Stärke des Weizens von jener des Roggens und der Gerste zu erörtern.

In allen Sorten des Weizens kommen im Gewebe des Sameneiweisses drei Arten von Stärkekörnern vor. Zwei Arten, nämlich grosse linsenförmige und kleine kugelige oder polyedrische, kennt man schon seit längerer Zeit; eine dritte Art, nämlich zusammengesetzte Körner, ist bis jetzt fast übersehen worden. Die letzte Art von Amylumkörnern ist meinen Vorgängern, bis auf Nägeli, welcher bereits Zwillings- und Drillingskörner in der Weizenstärke beobachtete, entgangen, da man sich fast immer damit begnügte, zur Feststellung der morphologischen Verhältnisse der Weizenstärke das käufliche Product zu verwenden, in welchem die zusammengesetzten Körner nicht mehr als solche vorhanden, sondern bereits in Theilkörner zerlegt sind, welche im Aussehen mit den kleinen Körnchen der Weizenstärke zusammenstimmen. Durch sehr genaue Untersuchung selbst käuflicher Weizensorten, leichter durch Prüfung von frischem Samengewebe des Weizens überzeugt man sich, dass hierin auch aus 2—25 Theilkörnern bestehende componirte Körnchen auftreten.

a) Die grossen, linsenförmigen Stärkekörnchen des Weizens. Die Gestalt dieser Körner ist fast immer eine ziemlich genau linsenförmige, indem beide Grenzflächen in der Regel einerlei Krümmung haben. Kleine Unregelmässigkeiten kommen wohl hin und wieder vor. Der elliptische Kern frischer Körner aus lebenden Geweben ist im käuflichen Stärkemehl durch eine kleine lufterfüllte und deshalb im Mikroskope schwarz erscheinende Höhlung, auch durch grössere lufterfüllte Spalten ersetzt. Das Polarisationskreuz ist gut erkennbar, tritt aber nie mit jener Schärfe wie bei den Kartoffelstärkekörnern hervor. Das Kreuz ist regelmässig, der Kreuzungspunct fällt mit dem Kerne zusammen.

Fig. 29.



Weizenstärke. *A* Vergr. 300. *a* grosse, linsenförmige Körner. *a′* ein solches nach Behandlung mit verdünnter Chromsäure. *b* kleine Körner. *B* Vergr. 800. Zusammengesetzte Stärkekörner.

Die Schichten sind häufig gar nicht wahrzunehmen. Sind sie direct sichtbar, so erscheinen sie ziemlich undeutlich. Grosse Stärkekörnchen des Weizens (oder des Roggens oder der Gerste), welche während der

Presshefenerzeugung in die Hefe hineingeriethen, erscheinen in prachtvöllster Schichtung. Verdünnte Chromsäure, der etwas Schwefelsäure zugesetzt wurde, zerlegt die Weizenstärkekörner unter succesiver Entfernung der Granulose in zahlreiche, scharf hervortretende Schichten, welche reichlich von radialen Streifen durchsetzt erscheinen [1]. An der Oberfläche der grossen, linsenförmigen Körner findet sich häufig eine netzförmige Zeichung vor. Näheres hierüber bei Nägeli (l. c. p. 126 und p. 418).

Die Durchmesser der grossen, linsenförmigen Stärkekörner zeigen folgende Dimensionen:

		Grenzwerthe.		Häufigster Werth.	
Triticum	*vulgare*	= 0.0140—0.0390	Millim.	= 0.0282	Millim.
»	*durum*	» 0.0110—0.0360	»	» 0.0261	»
»	*turgidum*	» 0.0176—0.0411	»	» 0.0290	»
»	*spelta*	» 0.0154—0.0396	»	» 0.0270	»
»	*dicoccum*	» 0.0111—0.0301	»	» 0.0259	»
»	*monococcum*	» 0.0120—0.0270	»	» 0.0195	»

b) Die kleinen Stärkekörnchen des Weizens. Dieselben sind, wie die vorhergehenden, einfache Körner. Ihre Form ist häufig kugelig; manchmal lassen sie stellenweise eine polyedrische Abplattung erkennen. Hin und wieder nehmen diese Körner auch unregelmässige, selbst zugespitzte Formen an. An den kleinen Körnern ist keine Schichtung zu erkennen, auch lässt sich eine solche durch Chromsäure nicht hervorrufen. Die Körner zeigen im unveränderten Zustande bei starken Vergrösserungen eine dichtere (bläulich erscheinende) Hülle und einen weicheren (röthlich erscheinenden) Kern. Chromsäure höhlt den Kern aus.

Die Durchmesser der kleinen Körner zeigen folgende Grössen:

		Grenzwerthe.		Häufigster Werth.	
Triticum	*vulgare*	= 0.0022—0.0082	Millim.	= 0.0072	Millim.
»	*durum*	» 0.0022—0.0078	»	» 0.0072	»
»	*turgidum*	» 0.0022—0.0082	»	» 0.0072	»
»	*spelta*	» 0.0025—0.0079	»	» 0.0070	»
»	*dicoccum*	» 0.0018—0.0068	»	» 0.0066	»
»	*monococcum*	» 0.0018—0.0060	»	» 0.0058	»

Die kleinen Stärkekörner der vier erstgenannten sind in Bezug auf Grösse, wie die vorstehenden Zahlen lehren, nicht zu unterscheiden; wohl aber gelingt es, die kleinen Stärkekörner der beiden letzteren sowohl untereinander als von den vier übrigen zu unterscheiden.

---

[1] Weiss und Wiesner, Bot. Zeit. 1866.

c) Die zusammengesetzten Stärkekörner des Weizens bestehen aus 2—25 Theilkörnern, sind echt zusammengesetzt und zerfallen leicht in die Zusammensetzungsstücke. Zwillingskörner kommen häufig vor. Diese und Drillingskörner finden sich gar nicht selten in Stärkesorten des Handels und auch häufig in Mehlsorten vor. Die Theilkörner haben die Dimensionen der kleinen einfachen Körner, nur die Zwillingskörner sind häufig grösser. Die Menge der zusammengesetzten Körner der Weizenstärke ist gegenüber den grossen eine geringe, aber keineswegs verschwindende.

d) Unterscheidung der Weizenstärke von Roggen- und Gerstenstärke. Roggen- und Gerstenstärke bestehen so wie Weizenstärke aus grossen linsenförmigen und kleinen runden oder polyedrischen Stärkekörnchen; aber auch zusammengesetzte Stärkekörner von ähnlicher Ausbildung wie die componirten Stärkekörnchen der Weizenstärke kommen in beiden vor.

Die Unterscheidung der genannten Stärkesorten beruht auf den Dimensionen der grossen und kleinen Körner.

Nach den oben mitgetheilten Daten ergeben sich, ganz abgesehen von der Sorte, folgende Werthe für die Stärkekörner des Weizens:

	Grenzwerthe.	Häufigste Werthe.
Grosse Körner	0.011 —0.041 Millim.	0.019 —0.029 Millim.
Kleine Körner	0.0018—0.0082 »	0.0058—0.0072 »

Diesen Zahlen stehen folgende, auf Gersten- und Roggenstärke bezügliche, gegenüber:

Roggen	Grosse Körner	0.014 —0.047 Millim.	0.036 Millim.
	Kleine »	0.0022—0.0090 »	0.0063 »
Gerste	Grosse »	0.010 —0.032 »	0.020 »
	Kleine »	0.0016—0.0064 »	0.0046 »

Diese Zusammenstellung lehrt, dass eine Unterscheidung der genannten Stärkesorten möglich ist, wenn auch nicht zu läugnen ist, dass die Untersuchung mühevoll und zeitraubend ist, da nur sehr ausgedehnte Beobachtungsreihen zu sicheren Resultaten führen werden. Abstrahirt man aber von der Stärke von *Triticum dicoccum* und *monococcum*, welche, wie oben erwähnt wurde, nicht zur Stärkegewinnung dienen und auch nur selten zu Mehlsorten des Handels verarbeitet werden, so wird die Prüfung sehr erleichtert.

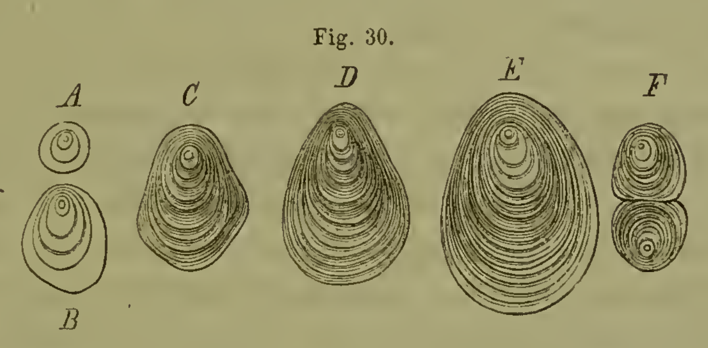
2) Kartoffelstärke.

Diese Stärkesorte wird vornehmlich dargestellt, um gleich als grüne Stärke zur Gewinnung von Dextrin und Stärkezucker zu dienen. Sie erscheint wohl auch als trockene Stärke im Handel, aber bei

weitem nicht in solcher Menge, als die Weizenstärke. Was im Detailhandel als Kartoffelstärke verkauft wird, ist häufig nichts anderes als eine geringe Sorte von Weizenstärke, wie ich mich an zahlreichen Proben aus dem Wiener Handel zu überzeugen Gelegenheit hatte.

Die Kartoffelstärke, deren Darstellung bereits oben (p. 256) geschildert wurde, lässt sich von der Weizenstärke schon durch das freie Auge unterscheiden. Erstere besteht aus Körnchen die schon das unbewaffnete Auge, besonders bei starker Beleuchtung als solche erkennt, während demselben die Weizenstärke als ein homogenes Mehl mit nicht weiter unterscheidbaren Körnern erscheint. Die Körnchen der Weizenstärke werden erst bei Betrachtung mit einer scharfen Loupe erkennbar. Ueber die Farbenunterschiede zwischen Weizen- und

Fig. 30.



Vergr. 300. Kartoffelstärke. *A* junges, unentwickeltes Korn. *B—E* entwickelte Körner. *F* zusammengesetztes Korn.

Kartoffelstärke wurde das nöthige schon oben bemerkt. Kartoffelstärkekleister hat eine relativ geringe Klebkraft, geringes Steifungsvermögen, hält sich nicht so lange als Weizenstärkekleister, und unterscheidet sich von diesem auch noch durch einen unangenehmen Beigeruch.

Eine genaue Unterscheidung der Kartoffelstärke von allen übrigen Stärkesorten gelingt erst durch das Mikroskop. — Die Stärkekörnchen der Kartoffel sind fast durchgängig einfach; erst nach langem Suchen findet man Zwillings-, auch manchmal wohl Drillingskörner. Stärkekörner, aus völlig ausgewachsenen Kartoffeln abgeschieden, sind gross eiförmig und deutlich geschichtet. Nicht gereifte Kartoffeln liefern eine Stärke, welche neben grossen auch noch kleine Körner von kugeliger oder elliptischer Form und wenig ausgeprägter Schichtung führt.

Ausgewachsene Stärkekörner sind vorherrschend eiförmig, nicht selten etwas unregelmässig geformt. Der Kern liegt fast immer am schmalen Ende des Kornes. Die Excentricität beträgt $1/4 - 1/6$. Die Schichten sind excentrisch angelegt, einzelne derselben treten an jedem Korne mit besonderer Schärfe hervor. Polarisationskreuz ausgezeichnet.

3) Reisstärke.

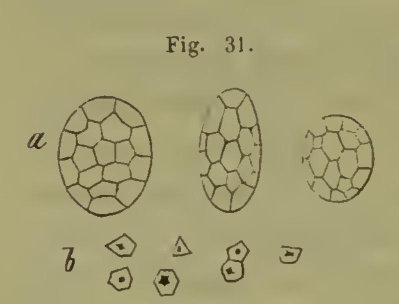
Die Reisstärke wird in England in ausserordentlich grossen Mengen

gewonnen [1]. Sie spielt dort im Haushalte und in der Industrie etwa die Rolle, welche auf dem Continente der Weizenstärke zufällt. Das Rohmaterial zur Gewinnung der englischen Reisstärke ist vorwiegend indischer Reis, der als Paddy (ungeschält) nach England kömmt. — Die ordinären Sorten der englischen Reisstärke haben eine gelbliche Farbe. Die feinsten Sorten sind blendend weiss. Die Aufschliessung des stärkeführenden Gewebes des Reiskornes wird in England mit schwach alkalischen Flüssigkeiten vorgenommen. Die gewonnene Rohstärke wird, wenn solche in feine Stärke umgewandelt werden soll, durch Chlorpräparate gebleicht. Ordinäre Reisstärke kommt in Form eines gröblichen Pulvers, feine in Form von unregelmässigen Stängeln (Strahlenstärke) in den Handel. In den Eigenschaften kommt die Reisstärke der Weizenstärke nahe.

Dem freien Auge erscheint die Reisstärke gleich der Weizenstärke als ein gleichmässiges Mehl, mit weiter nicht unterscheidbaren Körnern. Aber selbst mit Zuhülfenahme einer scharfen Loupe lässt sie keine Körnchen erkennen. Diese und die oben bei Weizen- und Kartoffelstärke mitgetheilten Beobachtungen lehren, dass man die drei wichtigsten Stärkesorten des Handels, nämlich Kartoffel-, Weizen- und Reisstärke dadurch unterscheiden kann, dass erstere schon mit freiem Auge, die zweite mit einer scharfen Loupe, die letzte nicht einmal bei dieser Bewaffnung des Auges Körner erkennen lässt.

Zur sicheren Unterscheidung der Reisstärke von allen übrigen Stärkesorten des Handels muss man das Mikroskop zu Hülfe nehmen.

Fig. 31.



Vergr. 400. *a* Zusammengesetzte Stärkekörner aus dem Reiskorn. *b* Einfache und Bruchkörner.

Im stärkeführenden Gewebe des Reiskornes, dessen Zellen dichtgedrängt mit Stärke erfüllt sind und nur sehr kleine Mengen von Kleber und anderen Pflanzenbestandtheilen enthalten, treten, wie auch schon oben angeführt wurde, zweierlei Stärkekörner auf, nämlich zusammengesetzte und einfache. Erstere sind eiförmig, ihr grösster Durchmesser beträgt 0.018—0.036, meist 0.022 Millim.; sie bestehen aus 2 — 100 Theilkörnern, die zumeist polyedrisch sind, im Mikroskop meist fünf- bis sechsseitig, seltener drei- oder viereckig erscheinen und an Stelle des Kernes eine rundliche oder polyedrische, manchmal sternförmige Höhlung besitzen. Einzelne Theilkörner, jene nämlich, die ein zusammengesetztes Korn von aussen begrenzen, sind an einer Seite mit einer schwach ge-

---

1) Die Fabrik von Colman et Co. in London, die hauptsächlich Reisstärke erzeugt, beschäftigt etwa tausend Arbeiter.

krümmten Fläche versehen. Der Durchmesser der Theilkörner liegt zwischen 0.003 und 0.007 Millim.; meist beträgt er nahezu 0.005 Millim. Direct lassen die Körner keine Schichtung erkennen, wohl aber wird eine solche durch verdünnte Chromsäure hervorgerufen. Die einfachen Körner stimmen in jeder Beziehung mit den Theilkörnern zusammen.

In der Reisstärke des Handels sind die zusammengesetzten Körner nicht mehr nachweisbar, sie sind hier stets in die Theilkörner zerlegt. Im Reismehle hingegen kommen noch Zellen und selbst ganze Gewebsstücke vor; es treten hier die einfachen und zusammengesetzten Stärkekörner im unverletzten Zustande auf. Die Reisstärke bildet, im Mikroskop gesehen, eine aus gleichartigen, eckigen Körnchen bestehende Masse. Theilkörner und einfache Körner sind hier nicht mehr unterscheidbar.

Von allen Stärkesorten zeigt die, jedoch nur selten dargestellte Haferstärke mit der Reisstärke die grösste Aehnlichkeit. Hafermehl ist wohl von Reismehl auf den ersten Blick mikroskopisch zu unterscheiden, indem im ersteren die Stärke hauptsächlich in Form zusammengesetzter Körner auftritt, im letzteren hingegen die einfachen prävaliren. Die Haferstärke besteht aber, wie die Reisstärke, fast nur aus gleichartigen eckigen Körnern, nämlich aus isolirten Theilkörnern, die nicht nur untereinander ziemlich gleichartig sind, sondern sich von den einzelnen Körnern der Reisstärke nur durch genaue Messung unterscheiden lassen. Die Theilkörner der Haferstärke messen 0.003—0.011, meist nahezu 0.008 Millim. Die einfachen Stärkekörnchen des Hafers sind allerdings etwas anders gestaltet als die Theilkörner[1], sie treten aber in so geringer Menge auf, dass sie sich zur Unterscheidung der Haferstärke von anderen Stärkesorten nicht wohl eignen.

4) Maisstärke.

Seit einigen Jahren — soviel mir bekannt seit dem Jahre 1865 — kommt eine feine dem Arrow-root gleichwerthige Stärkesorte aus Nordamerika unter dem Namen »Maizena« zu uns, welche nichts anderes als reine Maisstärke ist. In Nordamerika wird schon seit längerer Zeit ausser dieser feinen, zur Herstellung von feinen Gebäcken dienlichen Stärke noch eine gemeine Nutzstärke dargestellt, die aber nicht auf den europäischen Markt kommt. Seit kurzem wird in den stark Maisbauenden Ländern Europas, vorzugsweise in Ungarn, aus dieser Getreideart eine beträchtliche Menge von gemeiner Stärke erzeugt, die im Aeussern mit der Weizenstärke übereinstimmt und — wenigstens gegenwärtig im Wiener Handel —

1) S. Wiesner, Techn. Mikr. p. 206.

als Weizenstärke verkauft wird. In einigen Eigenschaften kommt die Maisstärke der Weizenstärke nahe, zeichnet sich vor ihr aber durch zwei Eigenthümlichkeiten aus, dass ihr Kleister ein grösseres Steifungsvermögen hat, und dass sie leichter in Traubenzucker übergeführt werden kann. Jene feine Appretur, welche die schönsten Weizenstärkesorten den Geweben verleihen, scheint die Maisstärke hingegen nicht geben zu können.

Die Maisstärke erscheint im Handel als ziemlich reinweisses Pulver oder in Form von Brocken, an welchen man mit starken Loupen die Körnchen eben wahrnimmt.

Die Angaben über die Dimensionen der Maisstärkekörner stimmen nicht völlig überein. Der Grund hierfür liegt gewiss in dem Umstande, dass verschiedene Maisvarietäten, welche nicht nur im Aeusseren, sondern auch in den Dimensionen der Körnchen Verschiedenheiten darbieten, zur Darstellung von Stärke dienen.

M. Hock[1]) hat gefunden, dass die ältere Angabe, die Stärkekörner des mehligen Theiles eines Maiskornes seien stets grösser als die des hornigen Theiles, nicht allgemein richtig ist, und auch der umgekehrte Fall eintritt, und dass in der That die Stärkekörner verschiedener Maissorten eine — allerdings innerhalb enger Grenzen liegende — Verschiedenartigkeit in der Grösse erkennen lassen, wie folgende Daten lehren:

		Grenzwerthe.	Häuf. Werthe.
Gelber, gemeiner Mais aus Ungarn.	mehliger Theil	0.0110—0.0231 Millim.	0.019
	horniger Theil	0.0147—0.0252 »	0.020
Gelber Mais aus Neusüdwales.	mehliger Theil	0.0117—0.0210 »	0.017
	horniger Theil	0.0126—0.0189 »	0.015
Pferdezahnmais aus Neusüdwales.	mehliger Theil	0.0105—0.0201 »	0.016
	horniger Theil	0.0120—0.0240 »	0.018
Violetter Mais aus Nordamerika.	mehliger Theil	0.0126—0.0250 »	0.018
	horniger Theil	0.0084—0.0315 »	0.016
Bräunlicher Mais aus Nordamerika.	mehliger Theil	0.0126—0.0231 »	0.016
	horniger Theil	0.0084—0.0210 »	0.016

Diese Beobachtungen lehren, dass die Maisstärkekörnchen einen Durchmesser von 0.0084—0.0315 Millim. haben, und dass deren häufigste Grösse sich zwischen 0.015—0.020 Millim. bewegt.

Diese Daten beziehen sich auf die Stärkekörnchen, welche die käufliche Maisstärke constituiren. Selbe sind fast durchgängig e i n f a c h e Körner von polyedrischem oder rundlichem Umrisse. Im hornigen Theile des Maiskornes treten nur polyedrische, im

1) Mikr. Unters. p. 79.

mehligen Theile auch abgerundete Körner auf. Ausser den einfachen Stärkekörnchen treten, und zwar im mehligen Theile des Maiskornes, auch componirte Körnchen auf, die sich aus 2—14 Theilkörnern zusammensetzen.

Im frischen Gewebe sind alle Stärkekörnchen des Mais mit einem grossen rundlichen Kern versehen, der im trockenen Korne durch eine lufterfüllte Höhle ersetzt wird, von der häufig radiale Risse auslaufen. Schichten habe ich direct nie wahrgenommen; sie sollen nach Nägeli [1]) manchmal zu sehen sein. Behandelt man mit Chromsäure, so heben sich vom Umfange jedes Kornes eine, seltener 2—3 Schichten ab, während die ungeschichtet bleibende Innensubstanz eine radiale Streifung annimmt.

Fig. 32.

Vergr. 300. *A* Stärkeführende Zellen aus dem hornigen Theile des Maiskornes. *kk* Kerne der Stärkekörner. *a* Stärkekörner aus dem hornigen, *b* aus dem mehligen Theile des Maiskornes. *cc* Zusammengesetzte Stärkekörner.

5) Westindisches Arrow-root.

Unter Arrow-root [2]) versteht man verschiedene, zumeist aus knolligen Wurzelstöcken tropischer und subtropischer Pflanzen dargestellte reine Stärkesorten, die einen geruchlosen Kleister geben und entweder zur Herstellung feiner Speisen und Backwerke dienen oder medicinisch benutzt werden. Unter allen Arrow-rootsorten des Handels ist das sogenannte westindische Arrow-root, oder besser gesagt die Marantastärke, die häufigste. Die genannte Waare wird nämlich nur aus den Knollen einiger Maranta-Arten dargestellt, kömmt aber gegenwärtig von den verschiedensten Puncten der Erde in den Handel.

Von den zahlreichen Maranta-Arten, deren Wurzelstöcke grosse Mengen von Stärke führen, werden nicht alle cultivirt; über die gebauten Species herrscht noch nicht völlige Klarheit. Sicher ist, dass weitaus am häufigsten *Maranta arundinacea L.*, eine ursprünglich westindische und südamerikanische und *M. indica Tuss.*, eine ursprünglich ostindische Cannacee, gebaut werden. Die erstere wird sehr stark auf den Bermudas cultivirt, woselbst auch die Bereitung

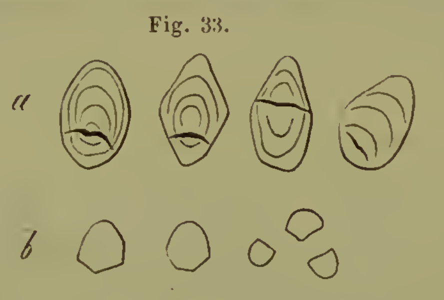
1) l. c. p. 409.

2) Pfeilwurzel. Sollte nach Martius (Flora brasil. IV. 1. p. 416) richtiger Aru-Aru (Mehl-Mehl) genannt werden.

des Arrow-roots mit grosser Sorgsamkeit betrieben wird; aber auch in Guiana, auf Réunion, in Ostindien, auf Ceylon, zu Mahé u. s. w. wird die genannte Pflanze stark gebaut und ihre Wurzeln auf Arrow-root verarbeitet. *Maranta indica* scheint wohl ausschliesslich nur in Ostindien und auf den umliegenden Inseln behufs Stärkegewinnung cultivirt zu werden. In Neusüdwales wird *Maranta nobilis Moore* gebaut und dient daselbst zur Erzeugung von Arrow-root. — Im europäischen Handel kennt man das Arrow-root der Marantaknollen erst seit Ende des vorigen Jahrhunderts. In Deutschland hat sich diese Colonialwaare aber erst in diesem Jahrhundert Geltung verschafft. In den Heimatländern steht dieses Arrow-root gewiss schon seit alter Zeit als Nahrungsmittel in Verwendung. — Die Grösse der Körner ist sehr variabel, so dass man die häufigsten Werthe nicht durch eine Zahl, sondern nur durch Grenzwerthe ausdrücken kann. Der längste Durchmesser der Stärkekörner schwankt zwischen 0.013—0.070, die häufigsten Werthe zwischen 0.027—0.054 Millim.

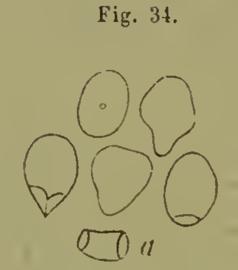
Die Stärkekörner der *Maranta arundinacea* sind stets einfach, von der Fläche gesehen eiförmig, auch abgerundet-dreieckig oder

Fig. 33.



Vergr. 300. *a* Stärkekörnchen aus den Knollen von *Maranta arundinacea*, *b* von *M. indica* (Westindisches Arrow-root).

Fig. 34.



Vergr. 300. Stärkekörnchen aus den Knollen von *Maranta nobilis*. *a* Bruchkorn.

stumpfeckig deltoidisch; ihr Querschnitt ist kreisförmig oder etwas abgeplattet. Schichtung ist stets nachweisbar, aber nie scharf ausgeprägt. Der Kern liegt entweder in der Mitte, häufiger aber ist er bis zu $^1/_6$ excentrisch, und liegt dann entweder dem breiten oder dem schmalen Ende genähert. Vom Kerne geht häufig ein Querspalt aus, der mit Luft erfüllt ist.

Die Morphologie der Stärkekörner von *Maranta indica* ist noch nicht mit Sicherheit festgestellt worden. Flückiger[1]) sagt über diese Stärkekörner: »Sie sind von kugelförmiger, doch nicht mathematisch regelmässiger Form und besitzen einen Durchmesser von 7 bis höchstens 50 Mikromillimetern« (d. i. von 0.007—0.050 Millimetern). Nach

1) l. c. p. 710.

meinen Beobachtungen[1]) sind die Stärkekörnchen von *Maranta indica* meist zusammengesetzt und bestehen dann aus 2—6 Theilkörnern, von denen jedes durch eine gekrümmte und 1—3 ebenen Flächen begrenzt wird. Die Schichten treten sowohl an den einfachen als an den Theilkörnern erst nach Einwirkung von Chromsäure hervor. Die mittlere Länge eines zusammengesetzten Kornes beträgt etwa 0.06, die mittlere Breite näherungsweise 0.04 Millim. Der Längsdurchmesser eines einfachen oder Theilkornes misst in der Mehrzahl der Fälle nahezu 0.016 Millim. — Die Verschiedenheit dieser Daten lässt annehmen, dass entweder Flückiger oder ich mit einem nicht von der bezeichneten Pflanze herrührenden Material gearbeitet habe. Nach den früheren Angaben über die morphologischen Eigenschaften der Stärkekörnchen von *Maranta arundinacea* scheint der Irrthum auf meiner Seite zu liegen. Denn offenbar hatte Flückiger mit einfachen Körnern zu thun, wie solche auch bei *Mar. ar.* ausschliesslich vorkommen, und es ist gewiss von vornherein nach unsern anderweitigen Erfahrungen wahrscheinlicher, in einer Wurzelknolle einer zweiten Art einfache Körner zu vermuthen, wenn in der einen Art derselben Gattung schon einfache Körner nachgewiesen wurden. Allein ich kann dem entgegenhalten, dass ich in der Stärke von *Maranta nobilis* ebenfalls zusammengesetzte Körnchen neben einfachen nachgewiesen habe. Die morphologischen Eigenschaften der Stärkekörner von *Maranta indica* sind deshalb noch zweifelhaft, und erst erneute Untersuchungen können die Sache zum Abschluss bringen.

Stärkekörner aus den Knollen von *Maranta nobilis*. Selbe sind, wie schon erwähnt, theils einfach, theils zusammengesetzt. Erstere in grösserer Zahl als letztere vorhanden, zeigen auch einen ganz anderen Bau, als jene. Die einfachen Stärkekörnchen sind, von der Fläche gesehen, eiförmig oder elliptisch, auch manchmal stumpfeckig deltoidisch, im Querschnitte kreisförmig, häufiger aber abgeplattet. Die Flächenansicht hat also grosse Aehnlichkeit mit jener der Körnchen von *Maranta arundinacea*. Die Länge der Körner ist ebenso variabel wie bei *Mar. ar.*; sie schwankt nämlich zwischen 0.011—0.034 Millim., die häufigsten Werthe zwischen 0.014—0.024 Millim. Schichten treten erst auf Zusatz von Chromsäure hervor. Das Polarisationskreuz ist, so wie bei den Körnchen von *Mar. ar.*, schon bei schwachen Vergrösserungen deutlich sichtbar. — Die componirten Körnchen sind, wie bei *Maranta indica*, echt zusammengesetzt, und etwa nur halb so gross als die einfachen. Sie bestehen aus 2—3, seltener aus 4—5 Individuen, welche ähnlich so wie die Theilkörner der *Mar. in.*

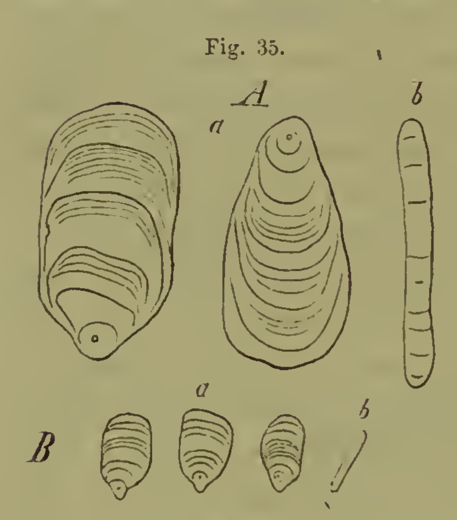
1) Techn. Mikr. p. 210.

gestaltet sind. Kommen drei Individuen vor, so hat das mittlere häufig Cylinderform. Schichtung tritt gewöhnlich erst auf Chromsäurezusatz auf.

6) Ostindisches Arrow-root.

Diese Stärkesorte, auch Tik, Tikur oder Tikormehl genannt, stammt von zwei ostindischen Zingiberaceen: von *Curcuma angustifolia Roxb.* und *C. leukorrhiza Roxb.*, die in Vorderindien, vorzugsweise auf Malabar, der stärkereichen Wurzelstöcke wegen cultivirt werden. Die Stärkekörner beider Pflanzen sind gross, aber platt, elliptisch im Umriss, also scheibenförmig gestaltet. Nur wenige Stärkesorten bestehen aus Körnchen mit so reich entwickelter und so scharf ausgeprägter Schichtung, als das Curcuma-Arrow-root. Von der Fläche gesehen sind die Körner elliptisch oder mandelförmig, am breiten Ende oft mit einem kleinen Fortsatze versehen. Die grösste Breite beträgt etwa $^2/_3$ der Länge des Kornes. Die Excentricität des hellen punctförmigen Kerns misst bei *Curcuma leukorrhiza* $^1/_7$—$^1/_9$ (nach Nägeli steigt sie bis $^1/_{17}$), bei *Curc. angust.* $^1/_6$—$^1/_{15}$. Die Schichten wenden gegen die schmale Seite zu so stark um, dass es den Anschein gewinnt, als würden sie nicht umeinander, sondern hintereinander gelagert sein.

Fig. 35.



Vergr. 300. Curcumastärke (ostindisches Arrow-root). *A* Stärkekörnchen von *Curcuma leukorrhiza*. *a* Flächen-, *b* Seitenansicht. *B* Stärkekörnchen von *C. angustifolia*. *a* Flächen-, *b* Seitenansicht.

Der Unterschied beider Stärkesorten liegt in den Dimensionen. Der Längendurchmesser der Körner von *C. leuk.* steigt von 0.021—0.145 und beträgt meist circa 0.105 Millim. Die Körner sind leicht mit freiem Auge kenntlich. Die Dicke beträgt etwa 0.007—0.013 Millim. Die Körnchen der *C. angust.* erreichen höchstens eine Länge von 0.07 Millim.; meist beträgt sie etwa 0.06 Millim. Die Dicke der Scheiben misst 0.005—0.007 Millim.

Die Aufquellung der Curcumastärkekörnchen in warmem Wasser erfolgt nach Flückiger erst bei 72° C.

In den Bazaren Bombays erscheint diese Stärke auch intensiv roth gefärbt unter dem Namen Gúlal und dient wahrscheinlich zum gleichzeitigen Appretiren und Färben von Zeugen[1].

[1] Ueber dieses Product s. Wiesner: Technisch verwendete Pflanzenstoffe Indien's in dem Werke: Fachmännische Berichte über die österr. Exped. nach Ostasien. Stuttgart 1871.

7) Tapioca.

Die Tapioca ist eine weissliche, aus groben, gewöhnlich zusammengebackenen Körnern bestehende Masse, welche theils unveränderte, theils halbverkleisterte Stärkekörner enthält, und aus den Knollen der Maniocpflanze, *Manihot utilissima Pohl*, dargestellt wird. Die Pflanze ist in Südamerika einheimisch. Daselbst kommen auch noch andere stärkeliefernde Manihot-Arten vor, die ebenso wie *Man. util.*, aber nicht in so ausgedehntem Massstabe gebaut werden, nämlich *Manihot Janipha Pohl* und *M. Aipi Pohl.* Die beiden erstgenannten Pflanzen geben eine weisse, die letztere eine schmutziggelbe Tapioca, die nicht auf den europäischen Markt kommt.

Die Cultur der Maniocpflanze ist eine sehr dankbare, indem eine damit bepflanzte Bodenfläche den grössten bis jetzt bekannten Ertrag an Stärke liefert, und dies ist wohl der Hauptgrund, warum man überall in den Tropen diese Pflanzen (soviel bekannt geworden ist ausschliesslich *Manihot utilissima*) einzuführen bestrebt ist. Zur letzten Pariser Ausstellung wurde Tapioca nicht nur von Brasilien, sondern auch von Guiana, Martinique, Guadeloupe, Travancore, Réunion, von den französischen Colonien an der Westküste von Afrika und von Neucaledonien gesendet. Auch auf Mozambique wird *M. u.* gebaut[1]).

Aus den Maniocpflänzen bereitet man in den Heimatländern mehrere verschiedene Producte. Die Knollen werden geschält und durch sorgfältiges Waschen, Abpressen, und endlich durch Trocknen ihrer — wie bekannt — giftigen Substanzen (es wird gewöhnlich angegeben dass die frischen Knollen Blausäure enthalten) beraubt. Durch Vermahlen der so vorbehandelten Wurzelknollen zu einem gröblichen Mehl entsteht der Manioc des Handels, welcher zur Bereitung von Speisen, vorzugsweise in Brasilien, angewendet wird. Durch weiteres Vermahlen der trockenen Maniocknollen und durch Ausschwemmen des erhaltenen Mehles mittelst Wasser gewinnt man eine Stärkesorte, das Cassavemehl, welches unter diesem, auch unter dem Namen brasilianisches Arrow-root Handelsgegenstand ist, vornehmlich aber zur Bereitung der Tapioca dient.

Im Principe besteht die Bereitung der Tapioca in einem Körnigmachen der feuchten Stärke mittelst Siebe und in einem Erhitzen der durch die Siebe durchgehenden Körner auf Metallplatten, wobei eine partielle Verkleisterung der Stärkekörnchen und ein Zusammenbacken der Tapiocakörner eintritt[2]). Die Tapioca des europäischen Handels

---

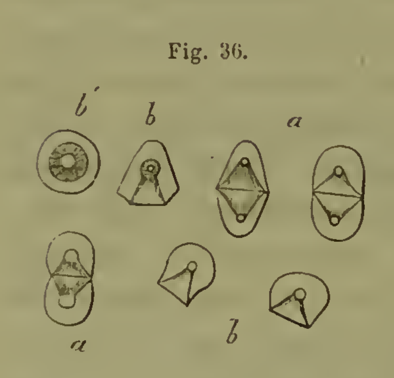
1) Bertolini in: Flora 1857, p. 566.

2) Näheres über Bereitungsweise der Tapioca s. Flora 1869, p. 369.

wird hauptsächlich im Heimatlande der Pflanze und auch noch in den oben genannten Tropenländern, wo die *Manihot util.* cultivirt wird, betrieben. Die rein weissen, aus einem gröblichen nicht zusammengebackenen Mehle bestehenden Tapiocasorten des französischen Handels, werden in Frankreich aus Cassavemehl bereitet. Hier erzeugt man auch durch Vermischung von Tapioca mit anderen conservirten Genussmitteln, besondere Handelsartikel. So ist z. B. die Tapioca Crecy ein Gemenge von sehr feiner Tapioca mit zerkleinerter und getrockneter gelber Rübe; die Tap. au cacao enthält das Mehl von entfetteten Cacaobohnen u. s. w. In neuerer Zeit stellt man aus reiner Kartoffelstärke ein der Tapioca im Aussehen gleiches Product dar, welches unter dem Namen inländische Tapioca (t. indigène) in den deutschen und französischen Handel eintrat, die Verwendung der echten Tapioca findet und auch, da sie billiger als diese zu haben ist, zur Verfälschung des echten Productes verwendet wird.

Die Stärkekörnchen der Tapioca (*Manihot utilissima*) sind fast durchwegs Zwillingskörner; nebenher kommen auch aus 3—8 Theilkörnern bestehende componirte Körnchen vor. Die auf den Zusammensetzungsflächen stehenden Körnchen erscheinen im Mikroskop kreisrund, mit einem von einer grossen, schwach lichtbrechenden Zone umschlossenen Kern versehen. Von der Seite gesehen hat jedes Theilkorn eine pauken- bis zuckerhutförmige Gestalt. Der Kern liegt, wie diese Ansicht lehrt, in der Nähe des gekrümmten Endes, und vom Kern aus zieht eine kegelförmig gestaltete schwach lichtbrechende Substanz bis zur Zusammensetzungsfläche hinab, welche mit der in der Flächenansicht erscheinenden matten Zone identisch ist. Die Länge der Theilkörner beträgt 0.007—0.029, meist circa 0.020 Millim.

Fig. 36.



Vergr. 300. Stärkekörnchen aus den Knollen von *Manihot utilissima* (Tapioca) *a* Zwillingskörner. *b b* Bruchkörner von der Seite, *b'* von der Fläche gesehen.

Die Stärkekörner von *Manihot Aipi* sind von den Körnern der letztgenannten kaum zu unterscheiden.

Die Körnchen von *Man. Janipha* hatte ich nicht Gelegenheit zu untersuchen. Die aus dieser und der zuletztgenannten Pflanze bereiteten stärkehaltigen Producte sind für unsre europäischen Verhältnisse wohl ganz bedeutungslos.

8) Sago

Der Sago besteht bekanntlich aus theils unveränderten, theils verkleisterten Stärkekörnchen, die aus dem Stammmarke mehrerer Palmen

abgeschieden werden, und gelangt in Form verschieden grosser und verschieden gefärbter Körner in den Handel. Anfänglich kam aller Sago aus Ostindien und den umliegenden Inseln. Jetzt wird auch in Westindien z. B. auf Guadeloupe und wohl auch sonst noch in den Tropen Sago bereitet.

Die grösste Menge von Sago liefert *Sagus Rumphii Willd.*, zunächst kommen *Sagus lævis Rumph.* und *Sagus farinifera Lam.* Wenig bedeutend für den europäischen Handel ist der Sago von *Borassus flabelliformis L.* und *Arenga saccharifera Lab.* (= *Saguerus Rumphii Roxb.* = *Borassus Gomutus Lour.*), alle in Indien einheimisch und dort und auf den Sundainseln aber auch sonst noch in den Tropen cultivirt, z. B. *Sagus farinifera* auf Guadeloupe. — In neuerer Zeit wird auch das Cassavemehl in die beliebte Form des Sago gebracht und als brasilianischer Sago in den Handel gesetzt. In Deutschland und Frankreich wird auch ein sog. inländischer Sago (in Frankreich Sagou française genannt) aus Kartoffelstärke bereitet, der oft auch schon betrügerischer Weise statt echtem Sago verkauft wurde. Der Kartoffelsago ist dem echten sehr ähnlich, übertrifft ihn oft sogar an Reinheit und Weisse. Die Sorten von brasilianischem Sago, die ich gesehen habe, waren durchgängig weiss, opak, während der ostindische Sago stets ein hyalines Aussehen hatte.

Die oben genannten Palmen führen das Stärkemehl im Marke der Stämme, nur *Borassus flabelliformis* soll es im Marke der Wurzeln enthalten[1]). Die genannten Palmen werden vor Eintritt der Blüthe, etwa im 10.—20. Jahre auf Stärkemehl ausgebeutet; in dieser Zeit ist das Mark mit Stärke strotzend gefüllt. Nach dem Blühen geht das Mark nach und nach zu Grunde. Die geschlagenen Stämme sind Gegenstand des Handels. Es werden aber in der Regel die Stämme schon an Ort und Stelle auf Stärke verarbeitet, indem man sie der Länge nach aufspaltet, das Mark herausnimmt, zerkleinert und auf Sieben auswäscht. Dieses Satzmehl ist nun ein sehr beträchtlicher Handelsartikel, welcher in einigen grösseren Städten Indiens auf Sago verarbeitet wird. Die grossen Massen von Sago, welche beispielsweise von Singapore in den Handel gelangen, werden aus Sagostärke bereitet, die im feuchten Zustande in Zuckerbrodformen aus Sumatra dahin gebracht wurde.

Die Gewinnung des Sago, welche hier nur angedeutet werden soll, besteht in einem Körnen der nassen Stärke mittelst siebartiger Vorrichtungen. Die durch die Siebe durchgehenden unregelmässigen Körner werden in Indien durch Schütteln in Säcken, worin ein Kreuz-

1) Aubry-Lecomte. Cat des col. fr. p. 132.

stock eingespannt ist, abgerundet. In den europäischen Sagofabriken geschieht dieser Process viel vollkommener durch Anwendung rotirender Trommeln. Die Körner werden in Indien auf Pfannen, die mit einem vegetabilischen Fett bestrichen sind, partiell verkleistert[1]). In Europa nimmt man diesen letzteren Process durch Erwärmen der auf Platten ausgelegten Körner mittelst erhitztem Wasserdampf vor.

Der Sago erscheint gegenwärtig hauptsächlich (im österreichischen Handel ausschliesslich) in weissen, aber auch in braunen Körnern. Die braunen Sorten verdanken ihre Farbe gebranntem Zucker. Früher kam auch ein ziegelroth gefärbter Sago im Handel vor, der, nach der rückständigen Asche zu urtheilen, durch eine mineralische Substanz, angeblich Bolerde, geröthet wurde.

Die Stärkekörnchen der Sagobäume scheinen untereinander eine ziemliche Uebereinstimmung zu zeigen, oder doch wenigstens nach dem gleichen Typus gebaut zu sein. Ich bin nicht in der Lage die mikroskopische Characteristik aller Sagostärkesorten, sondern blos der Amylumkörnchen von *Sagus Rumphii* und von *Borassus flabelliformis* zu geben. Alle Sagosorten des europäischen Handels, welche ich untersucht habe, bestanden aus ersteren.

Die Stärkekörner von *Sagus Rumphii* sind echt zusammengesetzt und bestehen aus 2—3 Theilkörnern, von denen eines durch Grösse auffällt. Die grossen Theilkörner messen nach der Länge meist nahezu 0.065, die kleinen 0.018 Millim. Im fertigen Sago sind unveränderte zusammengesetzte Stärkekörner nur sparsam vorhanden. Die Zusammensetzungsflächen treten an den Theilkörnern scharf hervor und geben ihnen ein sehr characteristisches Gepräge. Der Kern, von der Zusammensetzungsfläche abgewendet, ist ausgehöhlt, um ihn herum liegen, mehr oder weniger reichlich, matt contourirte Schichten.



Vergr. 300. Sagostärke. *A* Stärkekörnchen von *Sagus Rumphii*. *B* von *Borassus flabelliformis*.

Die Stärkekörnchen von *Borassus flabelliformis*, welche ein gelbliches Mehl bilden, sind theils einfach, theils zusammengesetzt; erstere prävaliren. Die zusammengesetzten haben einen ähnlichen Bau wie die Körner der vorhergehenden Sorte. Sie bestehen gewöhnlich aus 3 Theilkörnern. Die grossen Theilkörner sind platt und elliptisch, oder bohnenförmig; manchmal unregelmässig knollig. Die Länge der grossen Theilkörner beträgt

1) Nach brieflichen Mittheilungen, die mir durch Herrn Dr. v. Scherzer aus Singapore zugekommen sind.

0.027—0.051, meist 0.034 Millim.; die Breite 0.014—0.027, meist 0.025 Millim. Wenn ein breites Ende am Korn vorhanden ist, so liegt an diesem der Kern, dessen Excentricität gewöhnlich zwischen $^1/_3$ und $^1/_4$ schwankt. Schichtung undeutlich.

Ueber die Stärkekörnchen von *Arenga saccharifera* und den daraus in den Gebirgsgegenden Westjava's bereiteten Sago finden sich bei Flückiger[1]) folgende Mittheilungen. Die unveränderte Stärke des Baumes besitzt eine gelbliche Farbe; die Körnchen derselben haben häufig eine Länge von 0.050—0.060 Millim., sind deutlich geschichtet und genabelt (d. i. mit einem deutlichen Kerne versehen); ihre Gestalt ist eine ziemlich wechselvolle, bald kugelig, birnförmig, eiförmig, bald gestutzt[2]). Aus dieser Stärkesorte wird im Inneren Java's fast ausschliesslich der dortige Sago bereitet, dem jedoch ein gewisser Beigeschmack anhaftet.

9) Stärke von *Castanospermum australe.*

Das Stärkemehl des genannten Gewächses (bean-tree), welches in Neusüdwales häufig vorkömmt, dürfte seiner Eigenschaften und des massenhaften Vorkommens des Rohmateriales halber eine Zukunft haben, und soll deshalb hier besprochen werden.

Die Ureinwohner Neusüdwales benutzen die etwa wallnussgrossen Samen des Baumes seit alter Zeit zur Herstellung eines groben Brotmehls. Die reifen Früchte werden durch 8—10 Tage in Wasser liegen gelassen, hierauf an der Sonne getrocknet, auf heissen Steinen schwach geröstet und zu grobem Mehle vermahlen. Aus dem Mehle, welches sich leicht aufbewahren lässt, wird die Stärke durch Ausschwemmen abgeschieden[3]).

Die Stärkekörner aus den Samenlappen der genannten Pflanze sind beinahe durchwegs zusammengesetzt und bestehen zumeist aus 2—5 Theilkörnern. Die Zahl der Körnchen steigt jedoch in den zusammengesetzten Körnern bis 15. Die einfachen Körnchen sind kugelig, die Theilkörner nach dem Typus der Tapiocastärke gebaut. Die Amylumkörnchen aus dem Umfange der Samenlappen sind kleiner als die im Innern vorkommenden, stimmen aber sonst in allen morphologischen Eigenthümlichkeiten mit jenen überein. Die Theilkörnchen haben eine Länge von 0.0027—0.017, meist von 0.005—0.012 Millim. Der Kern oder die an seine Stelle getretene kegelför-

---

1) l. c. p. 713.

2) Die abgestutzten Körner sind gewiss Theilkörner.

3) Nach mündlichen Mittheilungen, die mir Herr Charles Moore, Director des botanischen Gartens in Sydney (Paris, 1867) machte.

mige Höhlung ist an jedem Korne schon beim Liegen in Wasser deutlich zu sehen. Schichten sind direct nicht sichtbar, auch nach Einwirkung von Chromsäure lassen sie sich nicht in Erscheinung bringen; wohl aber erkennt man an vielen Körnern, dass eine schon vor Einwirkung des Reagens sichtbare, dichtere Schicht im Umfange des Korns nunmehr Radialstreifung angenommen hat.

Nach Nägeli[1]) fehlen in dieser Stärke die einfachen Körner. Ferner differiren dessen Angaben über die Dimensionen der Körner etwas von den hier angeführten Daten.

10) Die Stärke der Batate (*Batatas edulis*).

Das Stärkemehl dieser bekannten Culturpflanze der warmen Länder lag mir in harmonirenden Proben, welche von Martinique, Guadeloupe, Réunion, Cochinchina und Indien stammten, und unter dem Namen fécule de patate zur letzten Pariser Ausstellung gesendet wurden, vor. Es ist mir nicht bekannt, ob diese Amylumsorte bereits Gegenstand des Handels geworden ist. Nach der grossen Zahl von Stärkesorten des Handels, die ich bereits zu untersuchen Gelegenheit hatte, und worunter ich kein einziges Mal die genannte auffand, möchte ich dies sehr bezweifeln. Bei dem grossen Ertrag des Bodens an Batatenknollen und der Menge des darin enthaltenen Amylums glaube ich aber doch annehmen zu können, dass letzteres über kurz oder lang im Grossen dargestellt werden wird, und deshalb lasse ich hier dessen Characteristik folgen.

Das jedenfalls nach sehr unvollkommenen Methoden aus den Knollen der genannten Pflanze in den bezeichneten Ländern dargestellte Amylum, bildet ein eben nicht sehr feines, auch nicht reinweisses, vielmehr etwas graugelbliches Pulver, das sich schon durch Waschen mit reinem Wasser, und mehrmaliges Schlämmen in reinerem Zustande gewinnen lässt. Allerdings wollte es mir auf diese Weise nicht gelingen, ein völlig reinweisses Product zu erhalten, womit jedoch nicht gesagt sein soll, dass sich nicht Mittel finden lassen, ein weisses Stärkemehl aus der Pflanze abzuscheiden.

Die Batatenstärke besteht der Hauptmasse nach aus zusammengesetzten Körnchen; nebenher kommt auch eine sehr kleine Zahl einfacher Körnchen vor. Die zusammengesetzten Körner bestehen aus 2—12, gewöhnlich nur 4—5 in Bezug auf Form äusserst variablen Theilkörnern. Manchmal sind sie halbkugelig, manchmal am freien Ende keulenförmig verdickt; aber nicht selten sind sie ganz flach und zeigen nur eine warzenförmige Erhabenheit. Die Theilkörner lassen

---

1) l. c. p. 504.

deutlich Schichtung und Kern wahrnehmen. Die Excentricität des letzteren steigt bis 1/5 und 1/6. Die Theilkörner sind aber auch in Betreff der Grösse sehr variabel, indem ihr grösster Durchmesser von 0.010—0.050 Millim. steigt. Die einfachen Körner sind entweder kugelig oder etwas verzerrt, und nehmen dann eiförmige oder birnförmige Gestalten an. Der Kern liegt central oder schwach excentrisch. Schichten sind selbst an den kleinen einfachen Körnern deutlich wahrnehmbar. Der Durchmesser, beziehungsweise der grösste Durchmesser der einfachen Körner beträgt 0.008—0.025 Millim. — Chromsäure höhlt alle Körner aus. Polarisationskreuz bei stärkeren Vergrösserungen erkennbar, aber nie scharf ausgeprägt.

11) Die Stärke des Brotfruchtbaumes (*Artocarpus incisa*).

Die Früchte des Brotfruchtbaumes beherbergen eine so grosse Menge von Stärkemehl, dass ihnen ein kreideartiges Aussehen eigen ist. Diese Stärke (Brotfruchtstärke, fécule du fruit de l'arbre à pain) wird ebenfalls gegenwärtig nur versuchsweise auf Martinique, in Guiana, Brasilien und auf Réunion dargestellt, dürfte aber in der Zukunft wohl eine Rolle im Welthandel spielen.

Die nach offenbar ganz rohen Methoden gewonnene Stärke stellt ein feines, homogenes Pulver von weisser Farbe dar, welches einen Stich in's Gelbliche erkennen lässt.

Diese Stärkesorte setzt sich blos aus componirten Amylumkörnern zusammen. Gewöhnlich besteht ein zusammengesetztes Korn aus 6—8 Theilkörnchen. Dazwischen treten spärlich auch Zwillingskörner und aus 9—20 Individuen bestehende zusammengesetzte Körner auf. Die Theilkörnchen sind bis auf die die Oberfläche des Gesammtkornes abrundenden Individuen polyedrisch gestaltet, also von ebenen Flächen begrenzt. Der Durchmesser eines Kornes liegt zwischen 0.0025—0.013 Millim.; gewöhnlich beträgt er nahezu 0.007 Millim. Von Structurverhältnissen ist an den unveränderten Körnern nichts zu bemerken, also weder Kern noch Schichten direct zu erkennen. Chromsäure ruft eine Aushöhlung der Körner hervor. Die Polarisationskreuze sind nie scharf, aber bei starken Vergrösserungen immerhin deutlich zu sehen.

12) Buchweizenstärke.

Die Buchweizenstärke ist allerdings noch kein wichtiger Handelsartikel. Aber einige englische Fabriken beschäftigen sich doch schon mit deren Erzeugung. Bei der Billigkeit der in einzelnen Ländern, namentlich auf schlechtem Boden gewonnenen Früchte von *Polygonum*

fagopyrum (Heidekorn), und bei dem Reichthum der Körner an Stärke, ist wohl viel Hoffnung vorhanden, dass dieses Rohmaterial in der Folge für die Stärkefabrication wichtig werden wird.

Die Stärke des Heidekorns, wie eine solche aus einigen englischen Fabriken hervorgeht[1], stellt ein feines Pulver von fast reinweisser Farbe dar, welches eben nur einen Stich in's Gelbliche erkennen lässt.

Die Körnchen der Buchweizenstärke sind vorwiegend einfach und polyedrisch, und bieten etwa das Aussehen der Reisstärkekörnchen dar, unterscheiden sich aber von diesen durch die Grösse. Der Durchmesser der einfachen Stärkekörnchen beträgt 0.0036—0.0144 Millim., und nähert sich zumeist dem Werthe 0.009 Millim. Die meisten Körner zeigen eine mehr oder minder grosse dunkle Innenhöhle. Direct ist an diesen Körnchen niemals Schichtung wahrzunehmen. Chromsäure, welche die Körner stärker aushöhlt, ruft nur selten eine Schichtung, stets aber eine radiale Streifung hervor. Neben diesen Körnern treten in der genannten Stärke auch höchst charakteristische, nämlich linear zusammengesetzte, aus 2—9 Theilen bestehende Stärkekörner von nebenstehender Form auf. Die Theilkörner verhalten sich so wie die einfachen Körner; nur wäre zu bemerken, dass selbe nicht immer wie letztere scharfeckig polyedrisch, sondern manchmal auch etwas abgerundet sind.

Fig. 38.

Vergr. 300. Buchweizenstärke. *a* zusammengesetzte, *b* einfache Stärkekörnchen.

13) Die Stärke von *Arum esculentum.*

Diese auf Martinique und auch sonst noch in den Tropen dargestellte Stärke hat man féeule de chou choute oder féeule de chou caraïbe genannt. Das Product ist in Farbe und Feinheit tadellos.

Die Stärkekörnchen sind durchwegs zusammengesetzt und bestehen aus 2—10 ungleich grossen und unregelmässig gestellten Theilkörnern, welche an den Zusammensetzungsflächen von ebenen, an den freien Enden von gekrümmten Flächen begrenzt sind. Die Grösse der Theilkörner ist sehr variabel; der grösste Durchmesser schwankt zwischen 0.003—0.027, meist zwischen 0.013—0.020 Millim. Schichten sind direct entweder gar nicht oder nur undeutlich zu sehen. Der Kern hingegen ist stets gut sichtbar und häufig durch radiale Risse markirt. An allen nicht isomertischen Körnern ist er schwach excentrisch an-

1) Z. B. aus dem Etablissement von J. Reckit et Sons in London.

geordnet. Es ist bemerkenswerth, dass er beim Liegen des Korns in Glycerin hell erscheint, und in Wasser noch deutlicher als in diesem Reagens hervortritt, ein von dem gewöhnlichen Verhalten deutlich verschiedenes. Chromsäure ruft in den Körnern keine deutlichere Schichtung, wohl aber Radialstreifung hervor. Das Polarisationskreuz erscheint mit Schärfe.

14) Bananenstärke.

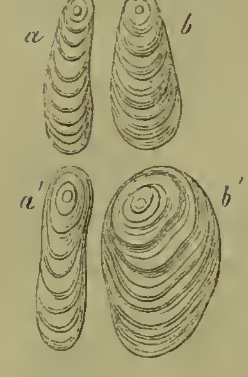
Diese Stärke, welcher man auch den Namen Arrow-root von Guiana gegeben hat, wird aus den Früchten der *Musa paradisiaca* (Bananen, Plantainfrucht) dargestellt. Das Fruchtfleisch giebt, in Wasser erweicht, hierauf getrocknet und in Mörsern gestossen, das stärkemehlreiche Nahrungsmittel foo-foo der Neger Guiana's. Für die Stärkegewinnung werden die Früchte kurz vor Eintritt der Reife gepflückt, nach Ablösung der Hüllen an einer Seite aufgeschnitten und an der Sonne getrocknet, gepulvert und gesiebt. Aus diesem angenehm theeartig riechenden, einige Proc. Eiweisskörper enthaltenden Mehle lässt sich nun leicht durch Ausschwemmen mit Wasser und Schlämmen Stärke gewinnen. Die Colonisten empfehlen aber nicht die Reindarstellung der Bananenstärke an Ort und Stelle, sondern halten es für zweckmässiger, das gut getrocknete Mehl zu versenden und die Abscheidung des Stärkemehls den europäischen Fabriken zu überlassen. Die Anpflanzungen der Bananen liefern eine so grosse Menge von Mehl, dass der Export des letzteren auch dann noch rentiren würde, wenn sich der Kaufpreis des daraus dargestellten Amylums nur halb so hoch als der des Arrow-roots stellen würde.

Das Bananenmehl hat eine schwach röthliche Farbe, einen angenehmen Geruch und einen milden etwas süsslichen Geschmack; es besteht mikroskopisch fast ganz aus Stärke, nebenher treten aber auch zerrissene Zellwände und kleine Gewebsstücke, ferner Spuren von eingetrocknetem körnigen Plasma auf. Das hieraus dargestellte Amylum ist fein und reinweiss.

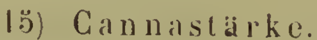
Alle Stärkekörnchen dieser Sorte sind einfach und haben kugelige bis stabförmige Gestalten. Das Verhältniss der Länge der Körner zur Breite variirt von 1 : 1 bis 1 : 6. Der Dickendurchmesser der Körner ist relativ klein, da sie stets abgeplattet sind. Der längste Durchmesser beträgt meist 0.024 — 0.048 Millim., doch sinkt seine Grösse bis 0.007, und steigt bis 0.058 Millim. Schichtung ist stets scharf ausgesprochen und reich entwickelt. Der Kern ist immer deutlich wahrnehmbar, und erscheint, wenn das Korn in Wasser liegt, als heller Körper. Manchmal ziehen durch den Kern zwei sich schief durchkreuzende Sprunglinien. Die Excentricität des Kerns ist

eine beträchtliche; sie steigt bis $^1/_{11}$, meist liegt sie jedoch zwischen $^1/_5$ und $^1/_8$. Auf Zusatz von Chromsäure treten die Schichten noch deutlicher hervor und erscheint hierbei auch eine zonenweise abgegrenzte Radialstreifung. Das Polarisationskreuz erscheint schon bei schwachen Vergrösserungen mit grosser Deutlichkeit.

Fig. 39.



Vergr. 300. Körnchen der Bananenstärke von *Musa paradisiaca*. *a a'* von der Seite, *b b'* von der Fläche.



15) Cannastärke.

Die Stärke aus den Knollen der in den warmen Ländern (Martinique, Guadeloupe, Réunion, Australien u. s. w.) häufig cultivirten *Canna edulis* führt den Namen Arrow-root von Queensland oder fécule de Toloman, und ist schon Gegenstand eines ausgedehnten Handels.

Sie bildet ein aus glänzenden, schon für das freie Auge erkennbaren Körnern bestehendes, schimmerndes, jedoch nicht völlig reinweisses, vielmehr etwas gelbliches Mehl.

Nach den mikroskopischen Untersuchungen, welche Wilhelm Hauck an der ihm von mir übergebenen, aus Queensland stammenden Cannastärke anstellte, sind deren Körnchen stets einfach. Der Kern liegt meist am breiten Ende. Der Durchmesser schwankt zwischen 0.01—0.106 Millim., meist beträgt seine Länge 0.06 Millim. Die Excentricität steigt von $^1/_1$—$^1/_7$; meist gleicht sie $^1/_6$. In Glycerin verschwinden Kern und Schichten. Der Hauptumriss ist bei manchen kleinen Individuen kreisförmig, sonst undeutlich dreieckig, schildförmig, höckerig oder birnförmig. Das Polarisationskreuz erscheint sehr deutlich ausgeprägt.

16) Tacca-Stärkemehl.

Tacca pinnatifida Forst. ist eine zwischen den Wendekreisen häufig cultivirte Pflanze, als deren Heimat man die Inseln des indischen und stillen Meeres betrachtet. Durch Cultur werden die ursprünglich bitteren Wurzeln milde und fleischig, enthalten eine grosse Menge von Stärke und dienen dann zur Erzeugung eines Brotmehles, aber auch schon seit längerer Zeit zur Darstellung eines aus Brasilien und Tahiti in den Handel kommenden Stärkemehls, welchem man den Namen Arrow-root von Tahiti gegeben hat.

Die Stärke dieser Pflanze soll einen unangenehmen Geruch haben. Die Probe von Taccastärkemehl, welche ich untersuchte, war völlig geruchlos, ferner fein und reinweiss. Die trockenen Knollen der Pflanze haben, wie ich mich selbst überzeugte, einen etwas unangenehmen

Geruch, und so ist es ganz gut möglich, dass auch eine nicht sorgfältig bereitete Taccastärke unangenehm riecht. Die Stärkekörnchen dieser Amylumsorte sind theils einfach, theils zusammengesetzt; letztere herrschen weitaus vor. Die einfachen Körner zeigen elliptische, eiförmige bis birnförmige, niemals kugelige Gestalten. Die zusammengesetzten Körner, aus 2—5 Theilkörnern bestehend, sind im Stärkemehl fast immer nur in Bruchstücken vorhanden. Die Theilkörner haben theils eine regelmässig polyedrische, theils halbkugelförmige Gestalt. Die grössten einfachen Körner messen 0.045 Millim. Die grössten Theilkörner stehen gegen sie an Grösse etwas zurück. Einfache und Theilkörner zeigen meist nur einen Durchmesser von 0.026 Millim. Der Kern ist stets deutlich als dunkler Punct oder als eine feinstrahlige, kugelige oder polyedrische Höhlung erkennbar. Wenn eine Excentricität des Kernes überhaupt wahrnehmbar ist, ist selbe nur eine geringe. Die Schichtung tritt stets klar hervor; nie sind jedoch an einem Korne zahlreiche Schichten, sondern nur einige wenige, 2—5 Zonen zu unterscheiden. Durch Chromsäure werden diese Zonen in feine Schichten zerlegt und nehmen eine radiale Streifung an. Das Polarisationskreuz ist schon bei mittleren Vergrösserungen gut wahrnehmbar.

17) Dioscoreenstärke.

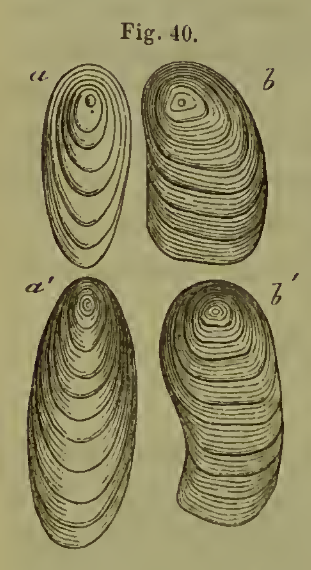
Die Wurzelstöcke mehrerer Dioscoreen-Arten dienen ihres Reichthums an Stärke halber in den Tropen bekanntlich zum Genusse, und wurden in neuerer Zeit auch zur Stärkebereitung versuchsweise benutzt. Nach der Farbe der Knollen kann man drei Culturvarietäten der Dioscoreen unterscheiden, nämlich weiss-, roth-, endlich gelbknollige. Die weissknolligen Varietäten stammen von *Dioscorea alata*, sie liefern die geschätztesten Knollen. Die gelb- und rothknolligen Varietäten besitzen Stärkekörner, welche von denen der *Diosc. al.* so verschieden sind, dass ihre Abstammung von anderen Dioscoreen, (wahrscheinlich *Dioscorea sativa L.*), mir zweifellos scheint. Die gelbknollige Varietät giebt eine gelbliche, die rothknollige eine mattpfirsichblüthrothe Stärke. Weder die eine noch die andere lässt sich durch Behandeln mit Wasser völlig entfärben. Es scheint mir deshalb wohl nur die weisse Dioscoreenstärke eine Zukunft zu haben. Es soll nur diese Sorte hier beschrieben werden. Ueber die mikroskopischen Kennzeichen der rothen und gelben Dioscoreenstärke existirt eine Untersuchung von J. Hübl und mir, auf welche ich hiermit verweise[1].

[1]) Mikr. Unters. p. 56 ff.

Die von mir untersuchte Dioscoreenstärke ist mit Gewebsbestandtheilen durchsetzt, bildet ein etwas gelbliches Pulver von schwachem Geruche und mildem, milchähnlichen Geschmacke. Durch Waschen und mehrmaliges Absitzenlassen kann dieses Product gereinigt werden.

Diese Stärkesorte setzt sich blos aus einfachen Stärkekörnern zusammen, welche mit stärkeren Vergrösserungen betrachtet ein sehr reich entwickeltes Schichtensystem erkennen lassen. Von der Fläche gesehen zeigen diese Stärkekörner einen meist etwas unregelmässigen ovalen Contour. Ein Ende jedes Korns hat eine halbkugelförmige oder parabolische, das entgegengesetzte eine keilförmige Gestalt. Hierdurch gewinnen diese Stärkekörner ein höchst characteristisches Gepräge. Der Längsdurchmesser der Körner liegt zwischen 0.014—0.082, meist zwischen 0.031—0.045 Millim. Die Breite des Korns beträgt gewöhnlich $\frac{1}{2}$—$\frac{2}{3}$ der Länge. Kern und Schichten treten in Wasser scharf, minder deutlich in Glycerin hervor. Die Excentricität des Kerns beträgt $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{7}$. Durch Chromsäure tritt die Schichtung noch deutlicher hervor; gleichzeitig erscheinen die Schichten von radialen Streifen durchsetzt. Das Polarisationsphänomen ist selbst bei schwachen Vergrösserungen deutlich wahrnehmbar.

Fig. 40.



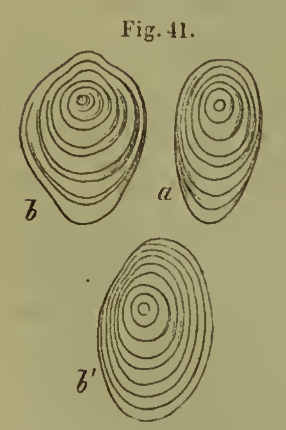
Vergr. 300. Stärkekörner aus den Knollen von *Dioscorea alata*. *a a'* von der Seite, *b b'* von der Fläche.

18) Port Natal Arrow-root.

Von dieser auch schon im deutschen Handel vorkommenden Stärkesorte kennt man allerdings den Ort der Herkunft; aber die Stammpflanze, aus welcher dieses Amylum abgeschieden wird, ist noch nicht bekannt geworden.

Dieses Arrow-root bildet ein blendend weisses, feinkörniges Mehl, dessen Körnchen bei günstiger Stellung gegen das Licht schon mit freiem Auge gesehen werden können. Es besteht aus einfachen Körnern, welche einen kreisförmigen oder ovalen bis abgerundet dreieckigen Contour haben und stets etwas abgeplattet sind. Der Längendurchmesser beträgt 0.008—0.069, meist 0.031—0.045 Millim. Der Kern, ein fester, runder Körper, erscheint überaus deutlich, sowohl unter Wasser als Glycerin; im ersteren Falle als heller, im letzteren Falle als dunkler Körper. Wenn der Kern gross ist, so erscheint

Fig. 41.



Vergr. 300. Stärkekörnchen des Port Natal Arrow-root. *a* Seiten-, *b b'* Flächenansicht.

er mit einem breiten dunkeln Saume begrenzt, und gleicht dann einer im Wasser schwebenden Luftblase. Die Excentricität des Kernes beträgt $\frac{1}{1.5} - \frac{1}{3}$. Die Schichten, welche an jedem Korne in grosser Zahl vorkommen, treten mit seltener Schärfe hervor. Chromsäure ruft eine sehr ausgeprägte Radialstreifung hervor. Polarisationskreuz sehr deutlich.

Anhang. Mehl[1]).

Anschliessend an die mikroskopische Characteristik der Stärkekörner, gebe ich hier eine kurze Schilderung der Getreidemehle. Die Mehle des Handels sind im reinen und unveränderten Zustande nichts anderes als zerkleinerte stärkeführende Pflanzengewebe. Im äusseren Ansehen bieten sie nur geringe Unterschiede dar, welche für den Nachweis der Art des Mehls (ob selbes aus Roggen, Weizen etc. bereitet wurde), der Echtheit oder einer etwaigen Verfälschung nicht ausreicht. Auch die chemische Untersuchung führt hier nicht zum Ziele. Wohl aber lässt die mit Zuhülfenahme des Mikroskops durchgeführte morphologische Characteristik der an der Zusammensetzung der Mehle Antheil nehmenden Gewebstheile und Stärkekörner fast immer eine sichere Unterscheidung zu.

Mehle werden bekanntlich vorwiegend aus den Getreidearten bereitet. Man vermahlt vorzugsweise nur solche Getreidearten, die zur Brotbereitung dienlich sind. Dennoch werden auch Mais, Reis, Buchweizen und andere Mehlkörner, deren Mehl zur Brotbereitung wenig oder gar nicht tauglich ist, vermahlen, und dann zur Bereitung von Speisen oder zu ganz anderen Zwecken (z. B. das Reismehl als Haarpuder) in Anwendung gebracht. — Ausser den Getreidearten werden auch noch die Hülsenfrüchte und der Buchweizen in Mehl verwandelt, des Guineakorns, des Wasserreises und ähnlicher, die nur eine beschränkte Anwendung finden, nicht zu gedenken. — Man benutzt, wie im Vorhergehenden mehrfach erwähnt wurde, auch stärkereiche Knollen zur Darstellung eines Mehls, welches zur Brot- oder Speisenbereitung dient. Für Europa hat von allen diesen Knollenmehlen nur eines Bedeutung, nämlich das durch Vermahlen ausgelaugter und getrockneter Kartoffeln erhaltene Kartoffelmehl, das, mit Ge-

---

1) S. hierüber Technische Mikroskopie p. 214 und A. Vogl, Nahrungs- und Genussmittel. Wien, 1872.

treidemehlen gemengt, zur Herstellung von Brotteigen Verwendung findet.

Es soll hier nur das gewöhnliche Brotmehl und dessen häufigste Zusätze besprochen werden. Die oben gegebenen Daten über die Stärkekörner von Mais, Reis, Buchweizen und Kartoffel werden völlig ausreichen, die hieraus bereiteten Mehle als solche erkennen zu können.

Die gemeinsten Rohmaterialien zur Brotmehlbereitung sind, wie bekannt, Weizen (*Triticum vulgare*, *turgidum*, *spelta*; seltener *T. dicoccum*, *durum* und *monococcum*) und Roggen.

Das Stärkemehl tritt hier, wie bei allen Gräsern, im Sameneiweiss (Endosperm) auf, das den Keim einschliesst und von mehreren Gewebsschichten, der Samen- und Fruchthaut umgeben ist. Die sich unmittelbar an das Endosperm anschliessende Samenhaut ist im gereiften und trockenen Korn so plattgedrückt, dass sich an selber keine weiteren Structurverhältnisse, zum mindesten kein zelliger Bau mehr deutlich erkennen lässt. Die die Samenhaut überdeckende Fruchthaut besteht zu äusserst aus einer aus scharf und characteristisch contourirten Zellen zusammengesetzten Oberhaut, an die sich ein eingetrocknetes Parenchymgewebe zunächst anschliesst. Diese grenzt wieder an eine aus langgestreckten Zellen bestehende Gewebsschicht, welche, im Baue der Oberhaut ähnlich, ebenfalls aus scharf markirten Zellen besteht, deren Lage eine sehr bezeichnende ist. Diese Zellen liegen nämlich in einer der Oberhaut parallelen Schicht senkrecht auf die Richtung der Oberhautzellen. Man hat diese Gewebsschicht sehr passend Querzellenschicht genannt. Das Sameneiweiss, welches auch den relativ sehr kleinen Keim umschliesst, besteht aus polyedrischen, manchmal etwas abgerundeten sehr dünnwandigen Zellen, die vornehmlich mit Stärkekörnchen gefüllt sind, ausserdem aber auch noch Kleber in Form einer eingetrockneten, körnigen, durch Jodtinctur sich goldgelb färbenden Masse enthalten. Im Umkreise des Sameneiweisses liegt eine aus polygonalen, dickwandigen Zellen bestehende Gewebsschicht, die Kleberschicht, so genannt, weil deren Zellen gewöhnlich fast ganz mit Kleber erfüllt sind, der in Form von feinen Körnchen darin auftritt. In manchen Zellen dieser Schicht kommen neben dem Kleber auch noch kleine Stärkekörnchen vor.

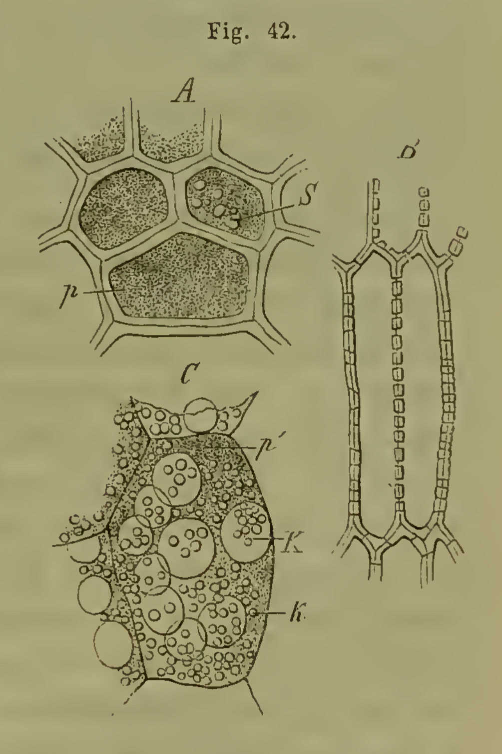
Beim Vermahlen des Getreides löst sich mehr oder minder vollständig, je nach der Sorgfalt, mit welcher der Vermahlungsprocess vor sich geht, eine äussere Schicht vom Mehlkörper ab, die man K l e i e nennt. Betrachtet man die Kleie mikroskopisch so erkennt man, dass sie nicht nur aus der Frucht- und Samenhaut, sondern auch aus der Kleberschicht des Sameneiweisses besteht. Deutlich treten in der

Kleie hervor: 1) Oberhautzellen, 2) Zellen der Querzellenschicht, 3) Zellen der Kleberschicht.

Es gelingt nun niemals die Kleie vollständig von dem Mehlkörper zu trennen, weil erstlich die Kleie beim Mahlprocess nicht nur in grossen Schuppen, sondern auch in kleinen Fragmenten von den Getreidekörnern sich loslöst und in dieser letzteren Form vom Mehle nicht zu trennen ist, und zweitens, weil die Frucht- und Samenhaut in der Gegend der Furche des Kornes in die Masse des Sameneiweisses hineinragt und an dieser Stelle vom Mehlkörper nicht abgelöst werden kann. Durch das ältere Mahlverfahren, durch die sogenannte Flachmüllerei, erfolgte die Sonderung der Kleie vom Mehlkörper sehr unvollständig; viel vollständiger gelingt dies durch das neuere Verfahren, durch die Hochmüllerei.

Alle Mehle nun, mögen sie nach diesem oder jenem Verfahren erhalten worden sein, führen ausser den Zellen des stärkeführenden Gewebes auch noch Kleienbestandtheile, unter denen man die in nebenstehender Figur abgebildeten Zellen der Kleberschicht und der Oberhaut besonders deutlich wahrnimmt.

Fig. 42.



Vergr. 300. Bestandtheile des Weizenmehles. *A* Kleberzellen. *p* Protoplasma. *s* Stärkekörnchen. *B* Fruchthautzellen. *C* Bruchstück des stärkeführenden Gewebes. *K* grosse, *k* kleine Stärkekörnchen. *p′* Protoplasmareste.

Die Mehlsorten setzen sich stets aus folgenden Bestandtheilen zusammen.

1) aus Theilen der Kleie, 2) aus freien Stärkekörnchen, 3) aus kleinen Gewebsstücken des Sameneiweisses, die mit Stärke und Kleber erfüllt sind. Je grösser die freie Stärkemenge, und je geringer die Menge der Kleientheile und der Gewebsstücke ist, desto feiner ist die Mehlsorte.

Bei der chemischen Untersuchung des Mehles unterscheidet man folgende Bestandtheile desselben, die sich — freilich nicht völlig genau — auf mechanische Weise von einander trennen lassen: 1) den Kleber, 2) die Hülse und 3) die Stärke. Der Kleber des Mehls setzt sich aus den Zellen der Kleberschicht und aus den aus Kleber bestehenden Protoplasmaresten der stärkeführenden Zellen zusammen. Unter der Hülse versteht man die trockenen, lufthaltigen Zellen der Frucht- und Samenhaut, ferner die Zellmembranen des stärkeführenden Gewebes. Es setzt sich demnach wohl die »Hülse«

aus Cellulose und aus den Bestandtheilen der vegetabilischen Zellwand zusammen; hingegen ist das, was man den Kleber des Mehles nennt, keineswegs Kleber allein, sondern enthält auch noch »Hülsenbestandtheile«, indem darin auch die Zellwände der Kleberschichtzellen enthalten sind.

Der Hauptzweck der mikroskopischen Untersuchung des Mehls besteht in der Feststellung der Getreideart, oder allgemein gesagt des Rohmaterials, aus welchem dasselbe dargestellt wurde. Dieser Zweck wird in der Mehrzahl der Fälle schon dadurch erreicht, dass man die morphologischen Charactere der Stärkekörner der betreffenden Mehlsorte bestimmt, und hieraus die Abstammung des Mehles herleitet. Hat man es mit einer reinen Mehlgattung zu thun, so kömmt man auf diesem Wege stets zu einem ganz bestimmten Resultate, und gelingt es dann nicht nur Hafer-, Reis-, Mais-, Buchweizenmehl u. s. w., deren Stärkekörnchen leicht auffällige Unterschiede darbieten, zu erkennen, sondern auch das Roggenmehl vom Weizen- und Gerstenmehle zu unterscheiden, obwohl die Stärkekörnchen dieser Mehlsorten in den Formverhältnissen fast gänzlich übereinstimmen.

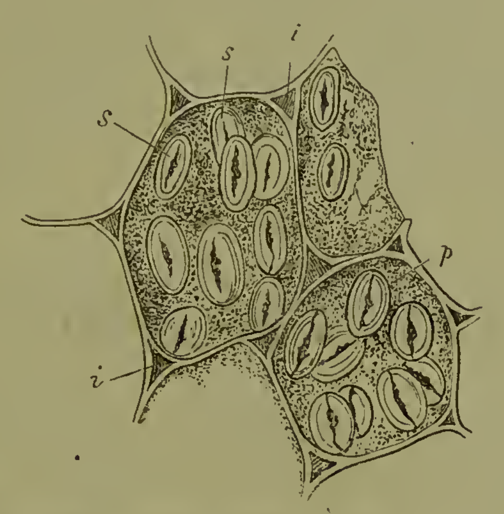
Schwieriger ist es schon, Mehle, die aus mehreren verschiedenen Rohmaterialien bereitet wurden, auf diese zu prüfen. Die Erkennung von Kartoffel-, Mais-, Buchweizenmehl in einer Getreidemehlsorte gelingt nach dem Vorhergehenden ganz sicher. Mit einiger Mühe gelingt es auch Roggenmehl im Weizenmehle zu erkennen, auch Roggenmehl im Gerstenmehle nachzuweisen (ein in der Praxis, wie ich glaube, indess nicht vorkommender Fall), es ist aber äusserst schwierig, die Anwesenheit von Gerstenmehl im Weizenmehl zu constatiren. Nur sehr umfängliche Messungen der Stärkekörner und ein sehr genaues Eingehen in die morphologischen Verhältnisse der Gewebe des Gersten- und Weizenkorns kann hier den Geübten die Lösung einer derartigen Frage ermöglichen.

Das Mehl der Hülsenfrüchte wird dem Getreidemehle manchmal, besonders bei hohen Getreidepreisen, zugesetzt. Die Nachweisung dieser Fälschung ist mikroskopisch leicht durchführbar. Das stärkeführende Gewebe der Hülsenfrüchte trägt ein sehr characteristisches Gepräge. Es besteht nämlich aus verhältnissmässig stark verdickten Zellen, welche zudem durch sehr auffällige lufterfüllte Intercellulargänge von einander geschieden und mit sehr bezeichnend geformten, reichlich mit Legumin gemengten, Stärkekörnchen einerlei Art (einfach, am Rande deutlich geschichtet, mit langer, spaltenförmiger, lufterfüllter Kernhöhle) versehen sind. Aus der Grösse der Körner lässt sich

weiter schliessen, welches Hülsenfruchtmehl in dem zu untersuchenden Getreidemehle auftritt [1].



Fig. 43.



Vergr. 300. Ein Gewebsstück aus den Samenlappen der Erbse. *s s* Stärkekörnchen. *p* Protoplasma (Legumin). *i i* luftführende Intercellulargänge.

Unverfälschte Mehle geben nur $1-1\frac{1}{2}$, selten, nämlich wenn das Mahlen mittelst sehr weicher Mühlsteine vorgenommen wurde, 2 Proc. Asche. Eine höhere Aschenmenge lässt auf einen Zusatz von mineralischen Substanzen (Gyps, Kreide, Thon u. s. w.) schliessen. Diese Körper erscheinen aber auch schon bei der mikroskopischen Untersuchung [2].

---

1) S. hierüber Technische Mikroskopie p. 207.
2) S. hierüber Techn. Mikr. p. 217.

Elfter Abschnitt.

Fasern.

Die dem Pflanzenreiche entstammenden gewerblich benutzten Fasern erweisen sich, anatomisch genommen, als höchst verschiedenwerthig. Wir finden darunter Haargebilde, Gefässbündel und Gefässbündelbestandtheile. — Jene Fasern, welche der Gruppe der Pflanzenhaare angehören, sind fast ausschliesslich Samenhaare, also haarförmige Bekleidungen der Samenhaut oder einzelner Theile derselben, wie die Baumwolle, die Wolle der Wollbäume und die vegetabilische Seide. Nur sehr selten und in höchst beschränktem Masse wird die Haarbekleidung der Stengel, Blätter oder Früchte zu textilen Zwecken benutzt; so z. B. die Haare, welche die Stengel und Blattstiele mehrerer Cibotium-Arten bedecken, die Haare der Rohrkolben-Früchte. Es liegt mir ferner ein eigenthümlicher in China verwendeter Spinnstoff vor, welcher aus Blatthaaren besteht. Die Blätter der Stammpflanze, welche zu den Compositen, wahrscheinlich in die Nähe von *Xeranthemum* gehört, sind mit einem dichten langhaarigen Filz überzogen, der sich beim Eintrocknen des Blattes spontan von der Blattoberhaut abhebt. — Viele Fasern setzen sich aus den Gefässbündeln der Blätter, Stämme oder Wurzeln monocotyler Pflanzen zusammen. So besteht der neuseeländische Flachs, die Pite-Faser, die echte Aloëfaser, die echte Ananasfaser aus Blattgefässbündeln, der Manilahanf aus den Gefässbündeln von Stämmen, die Tillandsiafaser aus dem Gefässbündel von Luftwurzeln u. s. w. — Am häufigsten dienen aber Gefässbündelbestandtheile dicotyler Pflanzen als Fasern. So sind Hanf, Flachs, Jute, Sunn und sehr viele andere nichts anderes als Bastbündel oder Bastbündelfragmente vom Gefässbündel des

Stengels der betreffenden Stammpflanzen. In neuerer Zeit wird auch das Holz mancher Bäume auf mechanische oder chemische Weise mehr oder minder vollständig in seine Elementarbestandtheile, oder doch in eine fein- und kurzfaserige Masse zerlegt, welche zur Verfertigung von Papier dient. Es findet somit nicht nur der Bast-, sondern auch der Holztheil des Gefässbündels dicotyler Pflanzen als »Faser« in der Industrie Verwendung.

I. Die physikalischen Eigenschaften der Fasern.

Ueber die physikalischen Eigenschaften der Fasern liegen noch sehr wenige Untersuchungen vor. Die nachfolgenden Mittheilungen sind leider nur sehr unvollständige und werden wohl Niemanden befriedigen. Ich glaube indess, dass man diesen Mangel der vorliegenden Abhandlung mir nicht zur Last legen wird, da die genaue Untersuchung der physikalischen Eigenschaften der Fasern, so z. B. die in praktischer Beziehung so ungemein wichtige Prüfung der Festigkeit, von einem Botaniker nicht gefordert werden kann.

Die Farbe der meisten Fasern ist eine weissliche, in's Gelbe, Grüne oder Graue geneigte. Nur selten haben die Fasern eine andere natürliche Färbung, die dann fast immer für die betreffende Faser characteristisch ist. So ist das cotonisirte Chinagras schneeweis, die Bauhinia-Faser rostbraun, die Piassave tief rothbraun, die Tillandsia-Faser schwarz.

Die Pflanzenfasern zeigen in Bezug auf Glanz alle Grade von völliger Glanzlosigkeit bis zum lebhaftesten Seidenglanz. So ist z. B. die Bastfaser von *Calotropis gigantea* matt im Ansehen, die Jute deutlich seidenglänzend; die vegetabilische Seide besitzt einen starken, von der Seide nicht übertroffenen Glanz.

Im polarisirten Lichte betrachtet, erscheinen alle vegetabilischen Zellmembrane doppeltlichtbrechend, wie von Kindt[1]) zuerst gezeigt wurde. Bringt man irgend eine der Pflanzenfaser zwischen die gekreuzten Nicols des Polarisationsmikroskops, so hellt sie das dunkle Gesichtsfeld auf; aber sie zeigt auch bei der Umdrehung des analysirenden Prisma's einen Wechsel der schönsten prismatischen Farben, wie man dies nicht schöner an krystallisirten Substanzen sehen kann. Nicht nur an Pflanzenfasern, welche wie die Baumwolle oder die gebleichte Flachsfaser fast nur aus Cellulose bestehen, auch an stark verholzten Zellen (Jute, Holzfaser) und anderweitig chemisch

1) Poggend. Annal. Bd. 70. Heft 1.

stark metamorphosirten Pflanzenfasern, z. B. an der Piassave, kann man die Doppelbrechung der Zellmembranen in gleich schöner Weise darthun.

Die Wärmeleitung der Pflanzenfasern scheint nach meinen Versuchen in der Richtung der Faser eine grössere als senkrecht darauf zu sein. Ich habe den Bast der Linde und zahlreicher anderer Pflanzen, welche Fasern liefern, mit einer Wachsschicht überzogen und von rückwärts mit der Spitze einer heiss gemachten Nadel berührt. Es schmolz das Wachs stets in Form einer deutlichen Ellipse, deren grosse Axe in die Längsrichtung der Fasern zu liegen kam. Die kleine Axe der Ellipse verhielt sich zur grossen Axe fast immer wie 3 : 4 bis 3 : 5, woraus sich ergiebt, dass die Wärmeleitung der Fasern in der Faserrichtung bedeutend grösser als in der darauf senkrechten sein müsse.

Eine nicht nur für die Characterisirung, sondern auch für die Werthbestimmung der Fasern sehr bemerkenswerthe physikalische Eigenschaft ist deren Hygroscopicität. Es liegen hierüber fast noch keine genauen Versuche vor, und doch ist die Kenntniss des Umstandes, in wie weit eine Pflanzenfaser die Fähigkeit besitzt, Wasserdampf aus der Atmosphäre aufzunehmen, von praktischem Werthe. Da die Fasern fast stets nach dem Gewichte verkauft werden, so sollte der Käufer wohl beachten, wie viel Wasser seine Waare enthält. Obschon nun hierauf bei der Werthbestimmung von Wolle und Seide Rücksicht genommen wird und gegenwärtig in den meisten Städten, welche ausgedehnteren Seiden- oder Wollehandel betreiben, in besonderen Anstalten (Conditionirungsanstalten) die Wassermenge von Kaufproben der Wolle und Seide bestimmt werden, wird die Wassermenge der käuflichen Pflanzenfasern noch nicht beachtet, obwohl die nachfolgenden von mir ermittelten Zahlen lehren werden, dass die verschiedenen Pflanzenfasern in verschiedenem Grade hygroskopisch sind und einige darunter vorkommen, welche viel und begierig Wasser aufnehmen.

Um einen Massstab für den Grad der Hygroscopicität der verschiedenen Fasern zu gewinnen, habe ich die Wassermenge ermittelt, welche sie im lufttrockenen Zustande führen, und hierauf bei mittlerer Temperatur in einem mit Wasserdampf völlig gesättigten Raume so lange belassen, bis sie sich eben mit Wasserdampf völlig sättigten. In der Regel erfolgte die völlige Sättigung schon nach 24 Stunden. Bei manchen Fasern genügt dieser Zeitraum nicht.

Bezeichnung der Faser.	Wassermenge im lufttrockenen Zustande.	Grösste aufgenommene Wassermenge.
Sunn	5.31 Proc.	10.87 Proc.
Frische Bastfaser von *Abelmoschus tetraphyllos*	6.80 »	13.00 »
Bast von *Calotropis gigantea*	5.67 »	13.13 »
Esportofaser	6.95 »	13.32 »
Belgischer Flachs	5.70 »	13.90 »
Bastfaser von *Hibiscus cannabius*	7.38 »	14.61 »
Frische Bastfaser von *Urena sinuata*	7.02 »	15.20 »
Piassave	9.26 »	16.98 »
Bastfaser von *Sida retusa*	7.49 »	17.11 »
Blattfaser von *Aloë perfoliata*	6.95 »	18.03 »
Cotonisirtes Chinagras	6.52 »	18.15 »
Blattfaser von *Bromelia Karatas*	6.82 »	18.19 »
Bastfaser von *Thespesia Lampas*	10.83 »	18.19 »
» » *Cordia latifolia*	8.93 »	18.22 »
Cotonisirte Raminfaser	6.68 »	18.55 »
Bastfaser von *Bauhinia racemosa*	7.84 »	19.12 »
Tillandsiafaser	9.00 »	20.50 »
Baumwolle	6.66 »	20.99 »
Frische Jute	6.00 »	23.30 »
Pite	12.3 »	circa 30.00 »
Manilahanf	12.5 »	» 40.00 »

Fasersorten, welche von verschiedenen Culturvarietäten einer und derselben Pflanze herrühren, so z. B. Flachs, zeigen oft einen verschiedenen Grad von Hygroscopicität, der wohl noch einer genaueren Prüfung werth wäre. Ich fand, dass der Flachs (holländischer, belgischer, preussischer, mährischer) mit Wasserdampf gesättigt, etwa 14—17 Proc. Wasser führt, dass hingegen der ägyptische Flachs viel hygroskopischer ist, nämlich im auf's Maximum durchfeuchteten Zustande 23.36 Proc. Wasser enthält.

An manchen Fasern habe ich die Beobachtung gemacht, dass ihre Hygroscopicität mit der Zeit eine grössere wird. Ich constatirte dies an mehreren an der Luft dunkler werdenden Fasern und glaube nicht zu irren, wenn ich annehme, dass alle jene Fasern, welche durch partielle Umsetzung ihrer Cellulose in Huminkörper dunkler werden, diese Eigenthümlichkeit zeigen werden. An braun gewordenen Proben der drei folgenden Fasern habe ich das Auftreten von Huminkörpern direct beobachtet.

Bezeichnung der Faser.	Wassermenge im lufttrockenen Zustande.	Grösste aufgenommene Wassermenge.
Frische Jute	6.00 Proc.	23.30 Proc.
Gebräunte Jute	7.11 »	24.01 »
Frische Abelmoschusfaser	6.80 »	13.00 »
Gebräunte »	9.70 »	22.70 »
Frische Urenafaser	7.02 »	15.20 »
Gebräunte »	8.77 »	16.20 »

Ueber die Festigkeit der technisch verwendeten Pflanzenfasern liegen nur sehr wenig befriedigende Untersuchungen vor. Die nachfolgenden von Roxburgh ermittelten Zahlen scheinen noch am meisten geeignet, eine Vorstellung von den verschiedenen Graden der Festigkeit der Fasern zu geben, da die Versuche, welche die unten mitgetheilten Zahlen ergeben haben, nach gleicher Methode ermittelt wurden und sich auf eine ziemlich grosse Reihe von Fasern beziehen. Einen sehr genauen Vergleich lassen indess auch diese Zahlen nicht zu, da es auch dem genannten Forscher nicht gelang, die Belastungen, bei welchen die Fasern reissen, auf gleiche Querschnitte zu reduciren.

Roxburgh[1]) fand, dass die Fasern der in der Tabelle namhaft gemachten Pflanzen, bei nahezu gleichem Querschnitt, zerreissen, wenn sie, im trockenen Zustande, mit beistehenden Gewichten belastet werden.

Bezeichnung der Faser.	Belastung.
Bastfaser von *Marsdenia tenacissima*	248 [2])
» » *Urtica tenacissima*	240 [3])
» » *Conchorus capsularis*	143—164
» » *Crotalaria juncea*	112—160
» » *Aeschynomene cannabina*	138
» » *Hibiscus cannabinus*	115
» » *Hibiscus abelmoschus*	107
» » *Abroma angusta*	100
» » *Guazuma ulmifolia*	100
» » *Hibiscus sabdariffa*	89
» » *Hibiscus furcatus*	89
Blattgefässbündel von *Musa paradisiaca* (*plantain fibre*)	79
Bastfaser von *Hibiscus esculentus*	79

1) S. Royle, in dem unten citirten Werke p. 268.

2) Gewichtseinheiten. Die absoluten Gewichte und die absolute Grösse der Querschnitte sind a. a. O. nicht namhaft gemacht.

3) Im Texte folgen noch einige Angaben über die Festigkeit von Ramie- und Hanffasern, die mit den oben angeführten jedoch nicht vergleichbar sind.

II. Chemische Eigenschaften der Fasern.

Es ist lange bekannt, dass die Hauptmasse aller Pflanzenfasern aus Cellulose zusammengesetzt ist. Die Behauptung Fremy's[1]), dass, abgesehen von dem Gewebe der Pilze und Flechten, in den Membranen der Pflanzengewebe verschiedene Modificationen der Cellulose vorkommen, welche sich durch verschiedene Löslichkeit in Schwefelsäure, Kalilauge, Kupferoxydammoniak u. s. w. auszeichnen sollen, ist gründlich widerlegt worden[2]). Es ist mit aller Bestimmtheit festgestellt worden, dass die Cellulose in den verschiedenen Geweben der Pflanzenorgane stets eine und dieselbe Substanz ist, und dass nur die Körper, welche mit ihr in den Zellmembranen gemischt auftreten, jene Verschiedenheiten im Verhalten gegen Reagentien bedingen, auf welche Fremy eine Reihe von Modificationen der Cellulose zu gründen versuchte.

Neben Cellulose treten in den Membranen der die Fasern constituirenden Zellen noch gewiss zahlreiche Substanzen auf, über die aber noch wenig bekannt ist. Die am häufigsten verbreitete dieser Substanzen scheint die sog. Holzsubstanz (incrustirende Materie) zu sein. Sie tritt in unserer Betrachtung in den Vordergrund, da ihre Anwesenheit auf den Character der Faser einen sehr wichtigen Einfluss nimmt. Alle Fasern, welche frei von Holzsubstanz sind, sind biegsam, geschmeidig und fest. Verholzte Fasern, also solche, deren Zellen Holzsubstanz führen, sind stets spröde, brüchig, können jedoch durch Entfernung der Holzsubstanz weicher, biegsamer gemacht werden. Der Process des Bleichens läuft meist auf die Zerstörung der Holzsubstanz hinaus. Ich habe schon vor Jahren das schwefelsaure Anilin als jenes Reagens bezeichnet, welches die Anwesenheit von Holzsubstanz am raschesten anzeigt, und seiner ausserordentlichen Empfindlichkeit wegen selbst ganz geringe Mengen dieses Körpers nachweist[3]). Die weisse Farbe einer Faser ist durchaus kein Zeichen, dass selbe auch unverholzt ist. Die vegetabilische Seide führt, trotz ihrer schönen weissen Farbe, doch, wie das schwefelsaure Anilin zeigt, beträchtliche Mengen von Holzsubstanz, welche jenen Grad von Sprödigkeit hervorruft, der diese Faser zur Herstellung von Gespinnsten und Geweben so wenig tauglich macht. — Ueber die Natur der vielleicht den Huminkörpern nahestehenden Holzsubstanz ist nichts Näheres bekannt.

---

1) Journ. de Pharm. et de Chim. XXXVI. p. 6.
2) Kabsch in Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. III.
3) Techn. Mikr. p. 64.

Ueber sonstige in den Fasern vorkommende organische Substanzen sind meist nur sehr ungenaue Untersuchungen angestellt worden. In den meisten chemisch untersuchten Fasern fanden sich wachsartige, harzige Stoffe, flüchtige Oele, Zucker und eiweissartige Substanzen. In einigen sind Farbstoffe nachgewiesen worden. Auch Gummi und Pectinsubstanzen sind in manchen Fasern (z. B. im Flachs) gefunden worden. In dem speciellen Theile dieses Abschnittes werde ich die genauer definirten Bestandtheile der in chemischer Beziehung untersuchten Fasern namhaft machen. — Alle jene Fasern, welche der Hauptmasse nach aus Cellulose bestehen, werden durch Jod und Schwefelsäure blau gefärbt, und durch Kupferoxydammoniak aufgelöst. Die übrigen, denen stets grössere Mengen von Holzsubstanz oder andere organische Stoffe anhaften, werden durch Jod und Schwefelsäure entweder nur gelb oder braun, oder grün bis blaugrün gefärbt, und durch Kupferoxydammoniak entweder gar nicht verändert, oder nur unter mehr oder minder deutlicher Quellung gebläut, seltener grün gefärbt. Alle solche Fasern können bekanntlich durch verschiedene Mittel (Kochen in Kalilauge, oder in einem Gemenge von chlorsaurem Kali und Salpetersäure; am besten eignet sich jedoch hierzu eine verdünnte mit etwas Schwefelsäure versetzte Lösung von Chromsäure)[1] von den der Cellulose beigemengten Substanzen vollkommen befreit werden, und zeigen dann die Reactionen der reinen Cellulose. Auch die Bleichung der Fasern beruht auf der Zerstörung der neben der Cellulose in den Fasern vorkommenden organischen Substanzen. So kommt es, dass z. B. die Holzfasern oder die Jute im rein gebleichten Zustande durch schwefelsaures Anilin nicht mehr gelb, durch Jod und Schwefelsäure aber tief blau gefärbt werden, während sie im ungebleichten Zustande mit diesen beiden Reagentien nur eine braune Farbe annehmen.

In einigen Pflanzenfasern kommt, wie ich gefunden habe, auch Stärke vor, z. B. in der Faser von *Cordia latifolia*.

Alle Pflanzenfasern enthalten Mineralbestandtheile und lassen nach dem Verbrennen Asche zurück. Die Menge derselben beträgt 0.5 — 5.5 Proc. In der Regel ist die Asche ungeformt. Gewisse Fasern hinterlassen indess eine Asche, welche krystallähnliche Bildungen einschliesst. Stets sind die letzteren, wie ich gefunden habe, Scheinkrystalle von Kalk, welche nach dem Verbrennen der Faser in jener Form zurückblieben, in der sie in der natürlichen Faser auftraten, nämlich in Form der Krystalle von oxalsaurem Kalk, welcher in einigen unten zu nennenden Fasern stets auftritt.

1) Techn. Mikr. p. 38.

Manche Fasern, z. B. Jute, bräunen sich, der feuchten Luft durch längere Zeit ausgesetzt in Folge der Bildung von Huminkörpern.

III. Anatomischer Bau.

Es wurde schon im Eingange dieses Abschnittes gesagt, dass die Pflanzenfasern entweder Haare, Gefässbündel oder Gefässbündeltheile sind.

Die Fasern, welche morphologisch als Pflanzenhaare zu betrachten sind, bestehen in der Regel nur aus einzelnen Zellen. So sind die Haare, aus welchen sich die Baumwolle und die vegetabilische Seide zusammensetzt, einzellig. Auch in der Wolle der Wollbäume sind fast nur einzellige Haare anzutreffen. Die in technischer Beziehung wohl fast bedeutungslosen Fruchthaare der Rohrkolben (*Typha*) sind vielzellig [1].

An allen technisch verwendeten Pflanzenhaaren kann man stets eine von einer Cuticula bedeckte Zellwand erkennen, an die sich, nach innen zu, nicht selten eine aus Eiweisskörpern bestehende protoplasmatische Schicht anlehnt. Das Innere der Haare ist mit Luft erfüllt, und nur in seltenen Fällen kommen daselbst auch einzelne Krystalle von oxalsaurem Kalk vor (*Ochroma lagopus*).

Die aus Gefässbündeln monokotyler Pflanzen bestehenden Pflanzenfasern, bestehen in der Regel blos aus Bastzellen. Einige, z. B. neuseeländischer Flachs, Manilahanf, echte Ananasfaser u. v. a. führen nebenher noch kleine Mengen von Gefässen (Spiralgefässen). Die Tillandsia-Faser, das Gefässbündel einer Luftwurzel, enthält neben Bastzellen und Spiralgefässen noch Porenleitzellen. Den complicirtesten Bau besitzen Piassave und Cocosfaser, welche Bastzellen, spiralig verdickte und poröse Leitzellen, Bastparenchymzellen, Spiral- und getüpfelte Gefässe führen.

Jene Fasern, welche dem Basttheile des dicotylen Gefässbündels entstammen, bestehen entweder aus Bastzellen, oder sie enthalten nebenher auch noch Bastparenchymzellen, seltener Reste von Bastmarkstrahlen oder Siebröhren.

---

1) Ueber diese Haare s. Mikroskopische Untersuchungen etc. p. 8 ff.

Die aus Holz dargestellte »Holzfaser« zur Papierbereitung besteht, wenn sie von Nadelholz herrührt, blos aus Holz- und Markstrahlenzellen, oder aus diesen und Gefässen, wenn die Holzfaser aus Laubholz dargestellt wurde.

In Folge unvollständiger Abscheidung der Faser führen manche Fasern noch Oberhaut- oder Parenchymgewebsstücke.

IV. Die Kennzeichen der Fasern.

Bei der grossen Uebereinstimmung der Fasern in den äusseren, chemischen und physikalischen Eigenschaften ist es begreiflich, dass eine durchgreifende Unterscheidung derselben weder auf den blossen Augenschein noch auf chemischen oder physikalischen Merkmalen beruhen könne. Da nun die Beobachtung gelehrt hat, dass die Fasern und die dieselben zusammensetzenden Elementarorgane eine grosse Verschiedenartigkeit in morphologischer Beziehung darbieten, ja dass die Eigenschaften, um derentwillen wir die Fasern zu diesem oder jenem Zwecke benutzen, vorwiegend auf Structureigenthümlichkeiten beruhen; so muss wohl einleuchten, dass, wenn überhaupt eine Unterscheidung der Fasern möglich ist, dieselbe nur auf die mittelst des Mikroskopes festzustellenden histologischen Verhältnisse der Fasern gestützt werden kann.

Es ist oft behauptet worden, dass eine mikroskopische Unterscheidung der Pflanzenfasern zum mindesten nicht mit Sicherheit durchführbar sei; und in der That, wenn man sich umsieht, wie bis jetzt fast durchgängig mikroskopische Kennzeichen dieser Körper festgestellt wurden, nämlich ohne wissenschaftliche Methode, dann darf man sich nicht wundern, dass das Vertrauen zu einer derartigen Unterscheidungsweise eben kein grosses geworden ist. Ich will hier die Namen jener Beobachter nicht nennen, welche die technische Literatur mit derartigen mikroskopischen Characteristiken vermehrten; aber ein Blick selbst in die neue technologische Literatur wird jederman leicht belehren können, wie oberflächlich in der betreffenden Richtung fast durchgängig bis jetzt gearbeitet wurde.

Die Frage, ob eine Unterscheidung der Fasern auf mikroskopischem Wege mit Sicherheit durchführbar ist, muss ich, eine wissenschaftliche Untersuchungsmethode vorausgesetzt, für die überwiegende Mehrzahl der Fälle bejahen. Die Unterscheidung gelingt allerdings nicht immer leicht, und auf Grund weniger Merkmale. Man darf sich nicht vorstellen, dass die Auffindung der Art einer Faser auf so einfache Weise erfolgt, wie etwa die Nachweisung der bekannteren Metalloxyde

oder Mineralsäuren. Jene analytische Methode, die in der Chemie so rasch und sicher zur Auffindung der in einer Substanz enthaltenen chemischen Individuen führt, kann in der Untersuchung der Fasern nicht ausreichen; die morphologischen Verhältnisse sind hier oft so verwickelt, dass man nicht durch ein einfaches Schema auf die Art der Fasern geleitet werden kann, sondern erst aus einem ganzen Bild von Erscheinungen hierauf schliessen kann. Alle Versuche, die Kennzeichen der Fasern in ein Schema zusammenzustellen und hieraus in einem gegebenen Fall die Art einer Faser zu bestimmen, sind bis jetzt missglückt. Unsere heutigen Kenntnisse über die Morphologie der Fasern würden wohl die Aufstellung eines halbwegs ausreichenden Schema's gestatten; aber es würde ausserordentlich complicirt ausfallen. Es ist heute gewiss noch gerathener auf eine scharfe Characteristik der Fasern zu verzichten, und auf Grund genauer Physiographien die Ableitung der Abstammung vorzunehmen. Die nachfolgende Zusammenstellung der wichtigsten Kennzeichen der Fasern wird zur ersten Orientirung über die Art einer zu untersuchenden Fasern insofern dienen, als sie die Frage, welche Faser vorliegt, auf einen engen Kreis beschränkt. Mit Zuhülfenahme der im speciellen Theile dieses Abschnittes gegebenen Beschreibungen wird sich die Art der Faser wohl fast stets ermitteln lassen. Die Unsicherheit, welche noch hier und dort in der Auffindung der Fasern besteht, liegt nicht in dem Mangel der Untersuchungsmethode, vielmehr in dem Umstande, dass die Morphologie mancher Fasern bis jetzt noch nicht oder noch nicht genau studirt wurde.

Wie wichtig eine methodische Prüfung der Fasern ist, wird jeder leicht einsehen, der irgend eine rohe Faser unter's Mikroskop bringt, und gleich an diesem Object, wie dies in der That in einigen neueren Technologien geschieht, die Kennzeichen aufzufinden versucht. Hanf, Flachs, Sunn, Jute und viele andere Fasern lassen in diesem Zustande gar keinerlei Unterschiede wahrnehmen, und derjenige, der mit den histologischen Untersuchungsmethoden unbekannt ist, möchte nicht glauben, welche grosse Mannigfaltigkeit höchst characteristischer Formbestandtheile sich hinter dieser scheinbaren Gleichartigkeit birgt; der specielle Theil dieses Abschnittes wird dies genügend belegen.

Unsere bisherigen Kenntnisse über die Morphologie der Fasern, wohl hauptsächlich erst durch die vorliegenden Beschreibungen der Fasern in's Leben gerufen, sind aber noch nicht so weit gediehen, um alle bereits in Verwendung genommenen Fasern mit aller Bestimmtheit erkennen zu können. Die Morphologie der gewöhnlichen Spinnfasern ist allerdings bereits so gründlich erkannt, dass es heute wohl keine Schwierigkeiten mehr machen kann, Baumwolle, Hanf, Flachs,

Jute, Sunn und noch viele andere mit aller Bestimmtheit im rohen Zustande und im Gewebe zu ermitteln. Aber über die echte Aloë- und Ananasfaser, über die Hibiscus-Faser und viele andere wissen wir noch zu wenig, um selbe selbst auch nur im rohen Zustande genau erkennen zu können. Soweit eben auf Grund wissenschaftlicher Methode nach stichhaltigen Kennzeichen der Fasern gefahndet wurde, haben sich solche auch gefunden. Ein weiteres Vorgehen auf demselben Wege wird nicht nur die bis jetzt noch ungelösten Fragen klären, sondern gewiss auch eine Vereinfachung in der mikroskopischen Erkennung der Fasern herbeiführen.

In Betreff der Verwerthung chemischer Reagentien in der Erkennung der Fasern möchte ich bemerken, dass dieselben für die rohen Fasern sehr wenig, für die gebleichten nichts leisten, da erstere im chemischen Verhalten sehr nahe, letztere hingegen völlig miteinander übereinstimmen, nämlich alle chemisch reine Cellulose sind. Mehr leisten die chemischen Reagentien für die Beurtheilung des reelen Werthes der vegetabilischen Fasern, indem sie uns lehren, in wie weit an der Zusammensetzung einer Faser Cellulose einerseits und andererseits Holzsubstanz und andere die Güte der Faser beeinträchtigende Substanzen Antheil nehmen. Unter sonst gleichen Umständen ist eine Faser desto besser, je weniger sie durch schwefelsaures Anilin gefärbt, je rascher sie durch Kupferoxydammoniak in Lösung gebracht wird; sie ist besser, wenn sie durch Jod (wässerige oder schwach weingeistige Jodlösung)[1] und Schwefelsäure gebläut wird, als wenn sie, mit diesen Reagentien behandelt, eine grüne, braune oder gelbe Farbe annimmt.

a) Verhalten der Fasern gegen Jod und Schwefelsäure.

Blau werden gefärbt:

Baumwolle.
Rohe Bastfaser von *Hibiscus cannabinus.*
Rohe Bastfaser von *Colotropis gigantea.*
Rohe Flachsfaser.
Cotonisirtes Chinagras (kupferroth bis blau).
Cotonisirte Ramiefaser (kupferroth bis blau).
Roher Sunn (häufig auch kupferroth).
Rohe Hanffaser (grünlichblau bis reinblau).

Gelb bis braun werden gefärbt:

Die Haare der Bombaxwolle.

1) Ich verwende als Reagens eine schwach weingeistige, 0.16 Proc. Jod enthaltende Lösung.

Die Haare der vegetabilischen Seide (selten grünlich oder grünlichblau).
Rohe Jute.
Die rohe Bastfaser von *Abelmoschus tetraphyllos*.
» » » von *Urena sinuata*.
» » » der *Bauhinien* (schwärzlich braun).
» » » von *Thespesia Lampas*.
Die rohe Esportofaser (rostroth).
Die rohe Bromeliafaser (rothbraun).
Die rohe Aloëfaser (rothbraun).
Der neuseeländische Flachs (wird je nach dem Grade der durch die Röstung vollzogenen Reinigung der Faser gelb, grün, bis blau gefärbt).

Grasgrün durch Jod und Schwefelsäure werden jene Fasern, deren faserige Zellen durch Jod gelb oder bräunlich gefärbt werden und die stärkeerfüllte Bastmarkstrahlen führen. Die grüne Farbe, welche im schwächeren Grade auch durch Jodlösung allein hervorgebracht werden kann, ist hier eine Mischfarbe aus Blau (durch Jod gefärbte Stärkekörner) und Gelb (durch Jod gelb gefärbte Membranen aller an der Zusammensetzung der Fasern Antheil nehmenden Zellen). Diese Reaction nehmen an:

Die Bastfaser von *Sida retusa*.
» » » *Cordia latifolia*.
» » » *Sterculia villosa*.
» » » *Holoptelia integrifolia*.
» » » *Kydia calycina*.

b) Verhalten gegen Kupferoxydammoniak.

Durch Kupferoxydammoniak werden rasch angegriffen und fast gänzlich gelöst:

Baumwolle.
Cotonisirtes Chinagras.
Cotonisirte Ramiefaser.
Die rohe Bastfaser von *Hibiscus cannabinus*.
» » » » *Calotropis gigantea*.
Roher Flachs.
Roher Hanf (blos die Bastzellen; die häufig noch anhaftenden Parenchymzellen bleiben ungelöst).
Roher Sunn.

Kupferoxydammoniak wirkt bläuend und mehr oder weniger deutlich quellend:

Rohe Jute.
Rohe Bastfaser von *Abelmoschus tetraphyllos.*
» » » *Urena sinuata.*
» » » *Bauhinia racemosa* (einzelne Stellen der Bastfaser werden stark aufgetrieben).
Rohe Bastfaser von *Thespesia Lampas.*
Roher neuseeländischer Flachs.
Rohe Faser von *Aloë perfoliata* (schwache Quellung).
» » » *Bromelia Karatas* (starke Quellung).
Rohe Bastfaser von *Sida retusa* (wird anfangs grünlich, dann blau, und quillt schliesslich auf).

Kupferoxydammoniak wirkt blos färbend:
Vegetabilische Seide (blau).
Bombaxwolle (blau).
Rohe Esportofaser (lebhaft grün) [1]).
Rohe Faser von *Cordia latifolia* (blau).
» » » *Sterculia villosa* (blau).

c) Verhalten gegen schwefelsaures Anilin.

Ungefärbt oder fast ungefärbt bleiben:
Baumwolle.
Bombaxwolle (wird kaum merklich gelblich gefärbt).
Rohes und cotonisirtes Chinagras.
Rohe und cotonisirte Ramiefaser (wird kaum merklich gelb gefärbt).
Roher Flachs.
Rohe Bastfaser von *Hibiscus cannabinus* (wird nur sehr schwach gelblich).
Rohe Bastfaser von *Calotropis gigantea* (wird nur sehr schwach gelblich).
Roher Sunn.
Roher neuseeländischer Flachs.

Deutlich oder stark werden gefärbt:
Vegetabilische Seide (intensiv citrongelb, selten blassgelb).
Rohe Jute (goldgelb bis orange).
Rohe Bastfaser von *Abelmoschus tetraphyllos* (goldgelb).
» » » *Urena sinuata* (goldgelb).
» » » *Sida retusa* (gelb, mit einem Stich in's Zimmtbraune).

1) Da Ammoniak die Faser gelb färbt, so ist die grüne Farbe als Mischfarbe zu deuten.

Rohe Bastfaser von *Thespesia Lampas* (goldgelb).
» » » *Cordia latifolia* (isabellgelb).
Roher Hanf (schwach gelb).
Rohe Esportofaser (eigelb).
Rohe Faser von *Aloë perfoliata* (goldgelb).
» » » *Bromelia Karatas* (goldgelb).

d) Länge der rohen Faser.

Fasern der Bombaxwolle	1—3	Centim.
Fasern der Baumwolle	1—4	»
Fasern der vegetabilischen Seide	1—5.6	»
Tillandsiafasern	2—22	»
Bastfasern von *Calotropis gigantea*	20—30	»
Cocosnussfasern	15—33	»
Esportofasern	10—40	»
Sunn	20—50	»
Gefässbündel von *Aloë perfoliata*	40—50	»
Bastfasern von *Abelmoschus tetraphyllos*	60—70	»
Bastfasern von *Hibiscus cannabinus*	40—90	»
» » *Cordia latifolia*	50—90	»
» » *Sida retusa*	80—100	»
Piassave	50—110	»
Neuseeländischer Flachs	80—110	»
Gefässbündel von *Bromelia Karatas*	100—120	»
Bastfaser von *Urena sinuata*	100—120	»
Flachs	20—140	»
Bastfaser von *Bauhinia racemosa*	50—150	»
Hanf	100—300	» [1]
Jute	150—300	»

e) Kennzeichen, beruhend auf dem anatomischen Bau.

Aus einzelnen Zellen bestehen:

Baumwolle, Vegetabilische Seide, Bombaxwolle } Haare.

Cotonisirtes Chinagras, Cotonisirte Ramiefaser } isolirte Bastzellen.

---

1) Mit Ausschluss des Riesenhanfs von Boufarik.

Aus Zellgruppen, die blos aus Bastzellen zusammengesetzt sind, bestehen:

Rohe Jute [1].

Roher Flachs (Schlechtgereinigter führt auch Parenchym- und selbst Oberhautzellen).

Rohe Bastfaser von *Hibiscus cannabinus*.

» » » *Böhmeria nivea* } (kleine Reste von Rindenparenchym- und selbst von Collenchymgewebe fehlen fast niemals).

» » » » *tenacissima* }

Rohe Aloëfaser.

Bastzellen und kleine Mengen von Bastmarkstrahlen führen:

Rohe Bastfaser von *Sida retusa*.

» » » *Cordia latifolia*.

» » der *Thespesia Lampas*.

Bastzellen und Bastparenchymzellen enthalten:

Rohe Bastfaser von *Abelmoschus tetraphyllos*.

» » » *Urena sinuata*.

» » » *Crotalaria juncea* (Sunn).

» » » *Calotropis gigantea*.

Roher Hanf (enthält kleine Mengen von Bastparenchym; sehr rein ausgehechelter Hanf ist manchmal frei von Bastparenchym).

Aus Bastzellen, Bastparenchym und Bastmarkstrahlen besteht:

Die rohe Bastfaser von *Bauhinia racemosa*.

Bastzellen und kleine Mengen von Gefässen führen:

Neuseeländischer Flachs (sehr wenig Gefässe und zwar Spiralgefässe).

Manilahanf (sehr wenig Gefässe und zwar Spiralgefässe).

Echte Ananasfaser (sehr wenig Gefässe und zwar Spiralgefässe).

Rohe Esportofaser (sehr wenig Gefässe, hingegen stets auch noch Oberhautgewebe).

Rohe Faser von *Tillandsia usneoides* (Spiralgefässe und Porenleitzellen.

Rohe Faser von Pandanus-Arten (Netzgefässe und Bastparenchym).

Cocosnussfaser und Piassave (sind von allen Fasern am complicirtesten gebaut, enthalten nämlich ausser Bastzellen noch Bastparenchymzellen, Spiral- und Porenleitzellen, getüpfelte und Spiralgefässe).

---

1) Gebleichte Jute, wie überhaupt gebleichte Fasern, bestehen blos aus isolirten Zellen.

In einigen der technisch verwendeten Bastarten, z. B. im Lindenbast, finden sich auch Siebröhren vor.

f) Verdickung der Zellwände.

Die Wandverdickung der die Fasern zusammensetzenden Zellen ist im Allgemeinen eine sehr verschiedenartige, z. B. bei der Baumwolle, der vegetabilischen Seide, der Bombaxwolle eine geringe, an den Bastzellen von Flachs, Hanf, des Esportoblattes eine sehr mächtige. So sehr an den genannten und noch einigen andern weniger bekannten Fasern die Dünn- oder Dickwandigkeit der Zellen in die Augen springt, so möchte ich aber doch die Grösse der Wandverdickung nicht als ein durchgreifendes Kennzeichen benutzen, da die histologischen Elemente vieler Fasern oft alle Uebergänge von schwacher bis starker Verdickung nachweisen lassen. Hingegen ist zu betonen, dass bei manchen Fasern eine höchst merkwürdige, characteristische und in die Augen fallende Eigenthümlichkeit in der Ungleichartigkeit der Zellwand-Verdickung besteht. Während nämlich die Bastzellen von Hanf und Flachs eine ganz gleichmässige Verdickung aufweisen, sind folgende Fasern dadurch ausgezeichnet, dass ihre Bastzellen stellenweise wenig, an andern Stellen mehr oder minder stark verdickt sind:

Rohe Bastfaser der *Corchorus*-Arten (Jute)
» » von *Abelmoschus tetraphyllos*
» » » *Urena sinuata*
» » » *Thespesia Lampas.*

Es sei hier auch noch erwähnt, dass die Bastzellen der meisten technisch verwendeten Fasern direct keine Structurverhältnisse erkennen lassen. Nur an wenigen erkennt man viele und deutliche Poren in der Zellwand, nämlich:

an den Bastzellen der Faser von *Abelmoschus tetraphyllos*
» » » » » » *Sida retusa*
» » » » » » *Thespesia Lampas*
» » » » Blattgefässbündel von *Bromelia Karatas.*

Manche Bastzellen zeigen, mit Reagentien behandelt, Schichtung; gequetscht, oder nach gewissen chemischen Einwirkungen, Streifung, worauf ich bei der speciellen Abhandlung der einzelnen Fasern aufmerksam machen werde.

g) Länge der die Fasern zusammensetzenden Bastzellen.

Die Länge der die einzelnen Fasern zusammensetzenden Zellen ist ein sehr wichtiges Kennzeichen. Auf die Länge der Haare, welche

die Baumwolle, die Bombaxwolle und vegetabilische Seide constituiren, wurde schon oben (p. 303) aufmerksam gemacht. In der Beschreibung der einzelnen Fasern habe ich auf die Dimensionen aller dieselben aufbauenden Formelemente gebührend Rücksicht genommen. In der nachfolgenden Zusammenstellung begnüge ich mich, die Längen der integrirenden, oft (z. B. beim Flachs) einzig und allein auftretenden Formbestandtheile, nämlich die Längen der Bastzellen anzugeben. Die Ermittelung der Länge dieser histologischen Elemente macht keinerlei Schwierigkeiten, da ja alle Bastzellen sich entweder durch Kalilauge oder Chromsäure leicht und vollständig isoliren lassen, worauf ich im speciellen Theile dieses Abschnittes bei jeder einzelnen Faser aufmerksam machen werde.

Bezeichnung der Faser.	Länge der Bastzellen.
Tillandsiafaser	0.2—0.5 Millim.
Piassave	0.3—0.9 »
Bast von *Cordia latifolia*	1.0—1.6 »
» » *Abelmoschus tetraphyllos*	1.0—1.6 »
Esportofaser	0.5—1.9 »
Bast von *Sida retusa*	0.8—2.3 »
» » *Urena sinuata*	1.1—3.2 »
Blattgefässbündel von *Aloë perfoliata*	1.3—3.7 »
Bast von *Bauhinia racemosa*	1.5—4.0 »*)
Jute	0.8—4.1 »
Blattgefässbündel von *Pandanus odoratissimus*	1.0—4.2 »
Bastfaser von *Thespesia Lampas*	0.92—4.7 »
Neuseeländischer Flachs	2.5—5.6 »
Blattgefässbündel von *Bromelia Karatas*	1.4—6.7 »
Sunn	0.5—6.9 »
Bastfaser von *Hibiscus cannabinus*	4—12 »*)
Flachs	20—40 »
Bastfaser von *Böhmeria tenacissima*	bis 80 »
» » » *nivea*	bis 220 »

h) Breite der die Fasern zusammensetzenden Zellen.

Ich nehme hier blos auf die Breite der die Fasern zusammensetzenden Haare und Bastzellen als den wesentlichen histologischen

---

*) Das Maximum ist vielleicht zu klein (vgl. die Beschreibung der betreffenden Fasern).

Bestandtheilen der Fasern Rücksicht, werde aber in dem speciellen Theile dieses Abschnittes nicht verabsäumen, auch die Breite der anderweitigen an dem Aufbaue bestimmter Fasern Antheil nehmenden Zellen anzuführen, da für einzelne Fasern auch die Dimensionen dieser Elementarorgane höchst bezeichnend sind.

Ich habe im vorliegenden Abschnitte versucht, mich von der bis jetzt befolgten Art, die Breite der Baumwollenhaare, Flachsbastzellen u. s. w. festzustellen, nämlich diese Dimension an irgend einer beliebigen Stelle der Faser auszuführen, zu emancipiren, und habe an jeder einzelnen zu messenden Zelle die grösste Breite gemessen. Dass man auf diese allerdings sehr mühevolle Bestimmungsweise viel verlässlichere Resultate, als nach der früheren, erhalten muss, ist wohl einleuchtend. Auch habe ich mich nicht begnügt aus den gefundenen Maximal-Breiten ein Mittel abzuleiten, sondern bestimmte aus einer genügend grossen Reihe von Beobachtungen die häufigsten Werthe, ähnlich, wie ich dies auch bei der Grössenbestimmung der Stärkekörner gethan habe (vgl. oben p. 251). Ich habe mich durch viele Versuche überzeugt, dass durch Berücksichtigung der maximalen Breiten und der hieraus abgeleiteten häufigsten Breiten der Zellen, Resultate zum Vorschein kommen, welche für die einzelnen Fasern höchst constant sind und mit Recht einen Platz in der Characteristik der Fasern beanspruchen.

Bezeichnung der Faser.	Art der gemessenen Zellen.	Maximale Breite. Grenzwerthe.	Maximale Breite. Häufigster Werth.
Tillandsiafaser	Bastzellen	0.006—0.015 Mm.	?
Esportofaser	»	0.009—0.015 »	?
Bastfaser von *Cordia latifolia*	»	0.0147—0.0168 »	0.015 Mm.
Neuseeländischer Flachs	»	0.008—0.019 »	0.013 »
Bastfaser von *Abelmoschus tetraphyllos*	»	0.008—0.020 »	0.016 »
Bastfaser von *Bauhinia racemosa*	»	0.008—0.020 »	?
Bastfaser von *Corchorus capsularis*	»	0.010—0.021 »	0.016 »
Bastfaser von *Thespesia Lampas*	»	0.012—0.021 »	0.016 »
Bastfaser von *Urena sinuata*	»	0.009—0.024 »	0.015 »
Blattgefässbündel von *Aloë perfoliata*	»	0.015—0.024 »	?

Bezeichnung der Faser.	Art der gemessenen Zellen.	Maximale Breite. Grenzwerthe.	Häufigster Werth.
Bastfaser von *Sida retusa*	Bastz.	0.015—0.025 Mm.	?
Bastfaser von *Calotropis gigantea*	»	0.018—0.025 »	?
Flachs	»	0.012—0.026 »	0.015—0.017 Mm.
Hanf	»	0.015—0.028 »	0.016—0.019 »
Bastfaser von *Corchorus olitorius*	»	0.016—0.032 »	0.020 »
Bastfaser von *Hibiscus cannabinus*	»	0.020—0.041 »	?
Baumwolle	Haare	0.012—0.042 »	0.018—0.037 » [1])
Vegetabilische Seide von *Calotropis gigantea*	»	0.012—0.042 »	0.038 »
Bombaxwolle	»	0.019—0.042 »	0.021—0.029 »
Bastfaser von *Crotalaria juncea*	Bastzellen	0.020—0.042 »	?
Blattgefässbündel von *Bromelia Karatas*	»	0.027—0.042 »	?
Bastfaser von *Böhmeria nivea*	»	0.040—0.080 »	0.050 »
Bastfaser von *Böhmeria tenacissima*	»	0.016—0.126 »	?

i) Morphologie der Asche.

Die Asche der meisten Fasern ist wohl formlos; aber es existiren einige Fasern, in deren Asche ganz bestimmt geformte Bestandtheile auftreten, welche für die betreffenden Fasern höchst characteristisch sind.

So findet man z. B. in der Asche der Esportofaser eine Menge von, der Form nach, völlig wohlerhaltenen Oberhautzellen, nämlich deren Kieselskelette. In mehreren Faser-Aschen treten Formen auf, an denen man sofort einen krystallartigen Character erkennt. Mit Ausnahme der in der Piassave- und Coïrasche auftretenden Formen, sind alle diese Gebilde Scheinkrystalle von Kalk, welche bei der Veraschung aus den in den betreffenden Fasern enthaltenen Krystallen von oxalsaurem Kalk entstanden sind, und auch noch nach der Verbrennung die ihnen ur-

---

1) Ueber die Breite der Haare verschiedener Gossypium-Arten s. unten bei Baumwolle.

sprüngliche Gestalt beibehielten. Dass diese Scheinkrystalle aus Kalk bestehen, erkennt man an ihren Löslichkeitsverhältnissen, ferner an der Einwirkung von Schwefelsäure, welche diese Gebilde in nadelförmige Krystalle von Gyps umformt. Die in den Pflanzenfasern auftretenden Scheinkrystalle unterscheiden sich weder in der Form noch in der Grösse von den in den Zellen der Fasern vorkommenden Krystallen, wohl aber im Aussehen. Sie sind nämlich von zahlreichen, lufterfüllten, überaus kleinen Klüften durchsetzt, und erscheinen deshalb im Mikroskop schwärzlich.

Es ist sehr naheliegend, zu fragen, weshalb ich vorschlage die Krystalle der Asche aufzusuchen, da sie ja doch in gewissen Geweben (Bastparenchym und Bastmarkstrahlen) der betreffenden Fasern enthalten sind; es mithin zweckmässiger erscheint, sie gleich direct nachzuweisen. Es lässt sich hierauf einwenden, dass die directe Nachweisung der Krystalle stets wegen der geringen Menge, in der sie auftreten, ausserordentlich zeitraubend ist, der indirecte Nachweis, nämlich ihre Auffindung in der Asche, stets leicht ist, indem sie hier durch die Verbrennung der ganzen organischen Substanz der Faser auf einen kleinen Raum zusammengedrängt werden.

Die in der Piassave- und Coïrasche auftretenden Scheinkrystalle werden durch Schwefelsäure nicht angegriffen. Das Verhalten der natürlichen Krystalle lässt vielmehr schliessen, dass ihre Substanz ein Silicat ist.

In den Aschen der nachfolgenden Fasern lassen sich Krystalle nachweisen:

Samenhaare von *Ochroma Lagopus* (sehr kleine Mengen in der bekannten Briefcouvertform des oxalsauren Kalks).

Roher Bast von *Böhmeria nivea* (kleine Mengen von Krystallaggregaten aus dem subepidermoidalen Parenchym).

» » » *Böhmeria tenacissima* (desgleichen).

» » » *Abelmoschus tetraphyllos* (sehr viele kurze, schiefprismatische Krystallformen; aus dem Bastparenchym stammend).

» » » *Urena sinuata* (grosse Mengen von Scheinkrystallen; gleicher Form und Herkunft wie die vorigen).

» » » *Thespesia Lampas* (grosse Mengen von Krystallaggregaten, die durchwegs aus den Bastmarkstrahlen stammen).

» » » *Bauhinia racemosa* (viele kurze, schiefprismatische Formen, aus dem Bastparenchym stammend).

» » » *Cordia latifolia* (viele Krystallaggregate, von den Bastmarkstrahlen herrührend).

Piassave (viele sternförmige Krystallaggregate aus dem Bastparenchym, von verkieselten Zellmembranen umgeben).
Coïr (Cocosnussfaser) (die Asche besteht fast nur aus kleinen Kieselskeletten, welche theils einzelnen, theils ganzen Reihen von kleinen verkieselten, manchmal krystallführenden Parenchymzellen entsprechen).

V. Uebersicht der Faserpflanzen.

1) Papilionaceen.

Crotalaria juncea L. S. Sunn.

C. tennifolia Roxb. Indien, daselbst auch cultivirt. Bastfasern. »Jubulpore Hemp«. Royle: The fibrous plants of India. London, Bombay 1855. p. 290 ff. Cat. des Col. franc. Paris 1867. p. 83.

C. Burhia Hamilt. Zu Shind (Indien) als Faserpflanze gebaut. Bastfaser. Royle l. c. p. 272.

C. retusa L. Indien. Bastfaser. Royle l. c. p. 281. Watson, Journ. of arts 1860. Mai p. 11 ff.

Sesbania aculeata Pers. Indien. Bastfaser. »Dhunchee fibre«. Roxburgh: *Flora indica* p. 335. Royle l. c. p. 293.

S. cannabina Retz. (= *Aeschynomene cannabina Kön.*) Sehr häufig auf der Küste von Coromandel. Bastfaser. Cat. des Col. franc. p. 83.

Aeschynomene spinulosa Roxb. Indien. Die Bastfaser substituirt den Hanf. Roxburgh: Flora ind. I. p. 335. Royle l. c. p. 293.

Erythrina suberosa Roxb. Indien. Bastfaser. Cat. des col. fr. p. 83.

Acacia procera Willd. Bastfaser. Wiesner, Beiträge zur Kenntniss der indischen Faserpflanzen und der aus ihnen abgeschiedenen Fasern. Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften zu Wien Bd. 62. p. 4 [1]).

A. Sing Perott. Senegal. Grobe Bastfaser zu Tauen. Cat. des col. fr. p. 83.

Prosopsis spicigera L. Indien. Bastfaser. »Sarmdal«. Wiesn. Ind. Faserpflanzen p. 4.

---

1) Diese Abhandlung citire ich im Nachfolgenden kurz mit: Wiesn. Ind. Faserpflanzen.

Spartium junceum L.
Sp. monospermum Desf.
Sp. multiflorum Ait (= incarnatum Lodd.)
Südeuropa (südl. Frankreich, Portugal, Italien, Türkei, Griechenland). Bastfasern junger Stengel zu Geweben. Bischof: Botanik III. Bd. 1. p. 17. Duchesne l. c. p. 269. Mantureaux, Dingl. polyt. Journ. 42. p. 51. Heldreich, Die Nutzpflanzen Griechenlands p. 69.

Butea frondosa Roxb. Indien. Bastfaser. »Dhak«. Royle l. c. p. 297.

B. superba. Roxb. Indien. Bastfaser. »Pulas fibre.« Ebendaselbst.

B. parviflora Roxb. Indien. Bastfaser. »Palshin«. Wiesn. Ind. Faserpflanzen p. 4.

Bauhinia tomentosa L. Indien. Bast und grobe Bastfaser, zu starken Seilen; ebenso die Fasern der übrigen Bauhinien. Cat. des col. fr. p. 83.

B. parviflora. Vahl. Indien. Ebendaselbst.

B. purpurea L. »Machal«. Indien. Wiesn. Ind. Faserpflanzen p. 4. Cat. des col. fr. p. 83.

B. racemosa Lam. Wiesn. Ind. Faserpflanzen p. 4.

B. scandens L. Indien. Bastfaser. Journ. of the Agric. Society VI. p. 185.

B. reticulata DC. Senegal. Bastfaser. Cat. des col. fr. p. 83.

B. coccinea DC. Cochinchina. Bastfaser. Cat. des col. fr. p. 83.

Agati grandiflora Desv. (= *Aeschynomene grandiflora L.*) Indien. Bast. Cat. des col. fr. p. 83.

Parkinsonia aculeata L. Bast zur Papierfabrication. Royle l. c. p. 298. Squier, Tropical fibres. London, New York. 1863. p. 63.

Cassia auriculata L. Indien. Bastfaser. Cat. des col. fr. p. 83.

Hedysarum lagopodioides L. Indien. Bastfaser. Ebendaselbst.

Pachyrhizus montanus. ? Neucaledonien. Bast und Bastfaser. Cat. des col. fr. p. 84.

2) Lecythideen.

Lecythis Ollaria L. Brasilien, Guiana, Columbien. Der Bast[1]) liefert ein Werg und dient auch zur Parpierbereitung. Böhmer

1) In Brasilien wird der zimmtbraune Bast zur Umhüllung des Tabaks für Cigaretten benutzt.

l. c. I. p. 552. Bischof l. c. p. 207. Cat. des col. fr. p. 83.

L. grandiflora Aubl. Cayenne, Brasilien. Bastfaser zu Papier. Nach den französ. Col. in Afrika verpflanzt. Cat. des col. fr. p. 83. Duchesne p. 240.

3) Combretaceen.

Terminalia glabrata Forsk. Indien. Bast. »Uin« Wiesn. Ind. Faserpfl. p. 4.

T. paniculata L. Indien. Bast. »Kinjal«. Wiesn. Ind. Faserpfl. p. 4.

4) Onagrarieen.

Epilobium angustifolium L. Samenwolle. Zur Zeit der Einführung der Baumwolle nach Europa versuchte man diese und andere Samenwollen (von Weiden, Pappeln etc.) zum Spinnen und Weben zu verwenden. Es gelang dies nur sehr unvollständig. Es wurden Dochte, Garne zu Handschuhen u. dergl. aus diesem Materiale gemacht, selbes auch zu Polsterungen verwendet. Bald musste man jedoch einsehen, dass diese Faserstoffe nach keinerlei Richtung mit der Baumwolle zu concurriren vermögen. Holmberger, Abhandlungen der Schwedischen Akademie der Wissenschaften 1774. p. 260 und VII. S. 51. Beckmann, Vorbereitung zur Waarenkunde. Göttingen 1793. I. p. 65. Vgl. auch Wiesner, Mikroskopische Untersuchungen, Cap.: Beiträge zur näheren Kenntniss der Baumwolle und einiger anderer technisch verwendeten Samenhaare.

5) Lineen.

Linum usitatissimum L. S. Flachs.

L. trigynum. Roxb. Indien. Bastfaser. Cat. des col. fr. p. 83.

L. perenne L. S. Flachs.

L. angustifolium Huds. S. Flachs.

L. Levisii Pursh. S. Flachs.

6) Euphorbiaceen.

Tragia cannabina L. F. Indien. Bastfaser zu guten Geweben. Cat. des col. fr. p. 83.

T. involucrata L. Pondichery. Bastfaser. Ebendaselbst.

7) Sapindaceen.

Sapindus saponoria L. Südamerika und Westindien. Cultivirt in Indien. Bastfaser zu groben Seilen. Cat. des col. fr. p. 83.

8) Myrtaceen.

Melaleuka leukodendron L. Indien. Der Bast liefert einen wergartigen Faserstoff. Rumph, Herb. amboïn. Cap. 25. Loureiro, Flora cochinch. p. 573.

Careya arborea Roxb. Indien. Bast zu Kleidungsstoffen und Bastfasern. Royle l. c. p. 304.

Barringtonia sp. Fasern der Wurzeln zu Flechtwerken. Miquel, Flora von Nederl. Indië I. p. 492.

9) Tiliaceen.

Corchorus olitorius L.
C. capsularis L.
C. fuscus Roxb.
C. decemangulatus L.
} S. Jute.

Tilia parvifolia Ehrh.
T. grandifolia L.
} S. Lindenbast.

Grewia oppositifolia Hamilt. Indien. Bast; Ersatz für Lindenbast. »Bihul«. Roylè l. c. p. 235.

G. elastica Royle. Indien. Bast. »Dhamann«. Wiesn. Indische Faserpflanzen p. 2.

G. villosa Roxb. Indien. Bast. »Khat Kati«. Wiesn. Ind. Faserpflanzen p. 2.

G. microcos L. Indien. Bast. »Hasali«. Wiesn. Ind. Faserpflanzen p. 4.

G. didyma Roxb. Himalaya. Bast. Royle l. c. p. 235.

G. tiliæfolia Vahl. Indien. Bastfaser zu Seilen. Cat. des Col. fr. p. 83.

Triumfetta lappula L. Gabon. — Martinique, Jamaika. Bast, Bastfasern zu Geweben. James Macfayden, The Flora of Jamaika, London 1837. p. 110. Cat. des col. fr. p. 83.

Erinocarpus Knimonii Hassk. (Hort Bomb.) Indien. Bast. »Cher«. Wiesn. Ind. Faserpfl. p. 2.

10) Büttneriaceen.

Abroma angusta L. fil. (= *A. angulata Lam.*). Indien, Philippinen. Bastfaser. »Woolet comul«, »perennial Indian Hemp«. Royle l. c. p. 276. Duchesne l. c. p. 217.

A. fastuosa R. Br. Timor, Neuholland. Bastfaser. Bischof l. c. III. 1. p. 179.

A. molle DC. Molukken, Sundainseln. Bastfaser. Bischof l. c.

Theobroma Cacao. L. Guadeloupe. Bastfaser. Cat. des Col. fr. p. 83.

Guazuma ulmifolia Desf. Südamerika. Bast zu Seilerarbeiten. Cat. des Col. fr. p. 83. Royle l. c. p. 267.

Kydia calycina Roxb.

11) Ternströmiaceen.

Cochlospermum Gossypium DC. (= *Bombax grandiflorum Sonner*). Indien. Samenwolle und Bastfaser. Wiesn. Ind. Faserpflanzen p. 2.

12) Sterculiaceen.

Sterculia villosa Roxb.

St. guttata Roxb. Malabar. Spinnbare Bastfaser. Royle l. c. p. 266.

St. colorata Roxb. Indien. Bast. »Khâus«. Wiesn. Ind. Faserpflanzen p. 2.

Dombeya sp. Réunion. Bast. Cat. des col. fr. p. 83.

Pachira aquatica Aubl. Martinique. Bast. Cat. des col. fr. p. 83.

P. Barrigon Seem. Centralamerika. Bast zu Fischernetzen und Tauen. Seemann, Botany of the voyage of the Herald. London 1852—57. p. 70.

13) Bombaceen.

Bombax Ceiba L. *B. heptaphyllum L.* *B. malabaricum. DC.* (= *Salmalia malabarica Sch. et End.*). *B. carolinum Vellos.* *Eriodendron anfractuosum DC.* *Ochroma lagopus Sw.*	S. Wolle der Wollbäume.

Chorisia crispifolia Kth. Brasilien. Samenwolle. *Ch. speciosa St. Hil.* Südamerika. Samenwolle.	Wiesn. Mikroskop. Unters. 1. Cap. p. 3.

Adansonia digitata L. Tropisches Afrika. Bastfaser zu Seilen. Cat. des col. fr. p. 83. Welwitsch, Synopse expl. das amostras de madeiras e drogas de Angola. Lisboa 1862. p. 40.

14) Malvaceen.

Gossypium herbaceum L.
G. arboreum L.
G. barbadense L.
G. hirsutum L. (= *G. religiosum Cav.*)
G. obtusifolium Roxb.
G. acuminatum Roxb.
G. vitifolium Lam.
G. religiosum L.
G. flavidum?
G. conglomeratum?
G. punctatum Schum. } S. Baumwolle.
G. latifolium Mur.
G. indicum Lam.
G. Nanking Meyen.
G. taitense Parl.
G. sandvicense Parl.
G. peruvianum Cav.
G. racemosum Poir.
G. purpurascens Poir.
G. rubrum Forsk.
G. eglandulosum Cav.
G. micranthum Cav.

Hibiscus cannabinus L. S. Gambohanf.

H. digitatus Cav. Wild in Indien, in Guiana cultivirt. Bastfaser. »Chanvre de Mahot«. Cat. des col. fr. p. 82.

H. elatus Swartz. Indien. Bastfaser. Sehr stark, zu Tauen. »Warwe«. Miquel, Flora von Nederl. Indië I. 1. p. 154.

H. esculentus L.
H. eculneus L. } S. Gambohanf.

H. arboreus Desf. (= *Malva arborea St. Hil.*). Südamerika, Westindien. Bastfaser zu Seilerwaaren. Squier l. c. p. 57.

H. gossympinus Thunb. Guadeloupe. Bastfaser. Cat. des col fr. p. 82.

H. rosa sinensis L. Bastfaser, seidig, bis 3 Met. lang. Cat. des col. fr. p. 82. Wiesner, Offic. öster. Bericht über die Pariser Ausstellung 1867. Pflanzenfasern[1]) p. 351. S. auch Gambohanf.

---

1) Diese Abhandlung bezeichne ich im Weiteren kurz mit Wiesn. Bericht.

H. striatus Cav. Indien. Bastfaser zu Seilerarbeiten. Cat. des col. fr. p. 82.

H. circinatus Willd. Antillen, Tahiti. Gute, spinnbare Bastfaser. Cat. des col. fr. p. 82.

H. tiliaceus Cav. (= *Paritium tiliaceum Juss.*) Indien, Centralamerika, Marquises, Mozambique. Gute, spinnbare Bastfaser. »Bola«. »Mololia«. Rumph l. c. III. Cap. 28. Loureiro l. c. p. 509. Forster, Reise um die Welt p. 388. Royle l. c. p. 261. Cat. des col. fr. p. 82. Bertolini, Pflanzen von Mozambique. Flora 1857 p. 566. Jardin, Essai sur l'hist. nat. de l'Archipel des Marquises. Paris 1862 p. 33. Squier l. c. p. 57.

H. Abelmoschus L. Indien. Bastfaser. Royle l. c. p. 259.

H. Sabdariffa Perott. Bastfaser. »Rozelle« (Madras), »Red Sorrel« (Westindien). Auf Jamaika als Faserpflanze stark cultivirt. James Macfayden, The Flora of Jamaica p. 101. Cat. des col. fr. p. 82. Royle l. c. p. 260.

H. tortuosus Roxb. Indien. Bast zu Seilen. Cat. des col. fr. p. 82.

H. populneus L. (= *Thespesia populnea Corr.*). Gesellschafts- und Südseeinseln. Bast und Bastfaser, letztere zu Geweben. Royle l. c. p. 262. Jardin l. c. p. 33.

H. Manihot Moench. Japan. Bastfaser. Royle l. c. p. 262.

H. heterophyllus Vent. Neuholland. Bastfaser. Royle l. c. p. 262.

H. mutabilis Cav. (= *H. sinensis Mill.* = *Ketmia mutabilis L.*) China, Indien. Bastfaser. Rumph l. c. VI. Cap. 12. Duchesne l. c. p. 213.

H. strictus Roxb. Indien. Bast. Royle l. c. p. 260.

H. furcatus Roxb. Bengalen. Bastfaser. Royle l. c. p. 261.

H. eriocarpus DC. (= *collinus Roxb.*) Indien. Bastfaser. »Candagang«. Royle l. c. p. 261.

H. ficifolius Roxb. Molukken. Bastfaser. Royle l. c. p. 261.

H. clypeatus L. (= *H. tomentosus Mill.*) Westindien. Bastfaser. Royle l. c. p. 262.

H. verrucosus Guill. et Perott. Senegambien. Bastfaser. Royle l. c. p. 262.

Abelmoschus tetraphyllos Graham.

Abutilon populifolium Sw.
A. asiaticum Don.
} Aus den Blättern dieser an der Küste von Coromandel häufigen Pflanzen soll nach dem Cat. des col. fr. p. 82 eine Faser abgeschieden werden.

A. indicum Don. Indien. Bastfaser. »Kashki«. Wiesn. Ind. Faserpfl. p. 2.

Sida tiliæfolia Fisch. In China cultivirt. Bastfaser. »King ma«. Royle l. c. p. 262.

Sida retusa L.

S. rhomboidea Roxb. Bengalen. Bast. »Sufet«. Royle l. c. p. 262. Watson, Journ. of arts. 1860. Mai. p. 11 ff.

S. rhombifolia L. Bengalen. Bast. »lal bariala«. Royle l. c. p. 262.

S. periplocifolia Willd. Malaiische Inseln. Bastfaser. Royle l. c. p. 263.

S. alba L. Indien. Bastfaser. »Chikan Kadia« Wiesn. Ind. Faserpfl. p. 3.

S. asiatica Cav.
S. indica L.
S. graveolens. } Indien, Bastfaser. Royle l. c. p. 263.

Althea rosea Cav. Indien, Réunion. Bast zur Papierbereitung. Cat. des col. fr. p. 83.

A. cannabina L. Südeuropa. Bastfaser. Royle p. 263.

Malva crispa L. Syrien. Bastfaser. Cavanille, Memoire d'agriculture etc. de la societ. roy. d'agric. à Paris 1786. Daselbst auch die Resultate der Versuche mit Bastfasern von *M. mauritana L.*, *peruviana L.* und *limensis* L. — Bischof. Ill. 1. p. 161. Royle l. c. p. 265.

Thespesia Lampas Dulz.

Urena sinuata L.

U. lobata Cav. Indien. Flachsartige Bastfaser. »bun-ochra«. St. Hilaire, Plantes usuelles des Brasiliens. 63. p. 4. Royle l. c. p. 263.

Malachra ovata L. Westindien. Hanfartige Bastfaser. Cat. des col. fr. p. 82.

M. capitata L. Westindien. Bastfaser. Cat. des col. fr. p. 82.

Melochia corchorifolia L. Indien. Bastfaser. Cat. des col. fr. p. 82.

Pavonia ceylonica Cav. Indien. Bastfaser. Cat. des col. fr. p. 82.

15) Datisceen.

Datisca cannabina L. Orient. Spinnbare Bastfaser. Duchesne l. c. p. 312.

16) Nelumbieen.

Nelumbium speciosum Willd. Indien. Fasern der Blattstiele. Cat. des col. fr. p. 82.

17) Bixineen.

Bixa orellana L. Tropisches Amerika. Bastfasern. Böhmer l. c. I. p. 547.

18) Anonaceen.

Anona squammosa L. Guadeloupe. Bast zu derben Seilen. Cat. des col. fr. p. 82.

Xylopia frutescens DC. Central- und Südamerika. Bastfaser zu Seilen. Seemann, Herald Exp. p. 70.

X. sericea St. Hil.. Brasilien. Bastfaser zu Tauen u. dergl. St. Hilaire l. c. 33. p. 3.

19) Menispermeen.

Cocculus cordifolius DC. Indien. Wurzelfasern (wahrscheinlich Fasern der Wurzelrinde): wie Basthanf verwendet. Cat. des col. fr. p. 82.

20) Cordiaceen.

Cordia angustifolia Roxb. Indien. Bastfaser: »Narawali fibre«.

C. latifolia Roxb.

C. Rothii R. et Sch. Bastfaser. »Gundui fibre«. Wiesn. Ind. Faserpfl. p. 4.

C. obliqua Willd. Indien. Bast. Cat. des col. fr. p. 82.

21) Gentianeen.

Pladera virgata Roxb. (= *Conscora diffusa R. Br.*). Malabarküste. Faser liefernder Pflanzentheil unbekannt. Cat. des col. fr. p. 82.

22) Apocyneen.

Apocynum cannabinum L. Virginien. Hanfartiger Bast. Böhmer l. c. p. 534.

Nerium piscidium Roxb. Indien. Bast. Roxburgh, Flora indica II. p. 7. Royle l. c. p. 303.

23) Asclepiadeen.

Beaumontia grandiflora Wallich. S. vegetabilische Seide. Auch die Bastfaser steht in Verwendung. Cat. des col. fr. p. 81.

Strophanthus sp. S. vegetab. Seide.

Calotropis gigantea R. Br. (= *Asclepias gigantea Noran.*). S. vegetab. Seide, welche aus den Samenhaaren dieser Pflanze besteht. In Indien wird aber auch die hanfartige Bastfaser dieses Gewächses gewonnen. Royle l. c. p. 306 ff. Cat. des col. fr. p. 82. Miquel l. c. II. p. 481.

Calotropis Hamiltonii Wight. (= *Calotropis procera R. Br.*). Madras. Bastfaser. »Yerkum«. Royle l. c. p. 306 ff. Watson, Indischer Catalog. (Exhib. 1862).

Asclepias curassavica L. S. vegetab. Seide.

A. volubilis L. S. vegetab. Seide.

A. syriaca L. S. vegetab. Seide.

A. asthmatica L. (= *Tylophora asthmatica W. et Arn.*). Indien. Bastfasern. Cat. des col. fr. p. 81.

A. spinosa Arrab. (D. C. Prodr. VIII. p. 573). Indien. Bastfaser. Cat. des col. fr. p. 81.

Cynanchum extensum Ait. Indien. Bastfaser. Cat. des col. fr. p. 81.

Marsdenia sp. S. vegetab. Seide.

M. tenacissima W. et Arn. = *Ascl. ten. Roxb.* Indien. Bastfaser. »Rajemahl«, »Getee«. Roxburgh, Corom. Pl. III. p. 35. Royle l. c. p. 304. Watson l. c. p. 11 ff.

Stephanotis floribunda A. Brog. Martinique. Die Samenhaare geben vegetab. Seide. Cat. des col fr. p. 84.

Holostemma Rhedianum Sprg. (= *Asclepias annularis Roxb.*). Indien. (Circars, Mysore). Bastfaser. Roxburgh, Flora indica II. p. 37. Royle l. c. p. 306.

Orthanthera viminea Wight. Indien. Bastfaser. Royle, Himalayan Botany p. 274. Lindley, The vegetable King dom. 3. Aufl. p. 626.

Hemidesmus indicus R. Br. (= *Periploca indica L.*). Indien. Bastfaser. Cat. des col. fr. p. 81.

Leptadenia spartum Wight. Indien. Bast. Royle, The fibrous plants af India p. 306.

Hoya viridiflora R. Br. Indien. Bast. Royle l. c. p. 306.

Periploca silvestris Retz. Indien. Sehr starke Bastfasern. Royle l. c. p. 306.

P. aphylla Dcsn. Indien. Bastfaser. Royle l. c. p. 306.

24) Rubiaceen.

Psychotria Mapouria R. Guiana. S. Bast. Cat. des col. fr. p. 81.

Pœderia foetida L. (= *Apocynum foetidum Burm.*). Die Bastfaser dient auf Panama zu Gespinnsten. Seemann, Herald Exp. p. 70.

25) Thymelaeen.

Laiosyphon speciosus Dcsn. S. Bast.

26) Daphnoideen.

Daphne lagetta Sw. (= *Lagetta lintearia Juss.*). Nepal, Jamaika. Der Bast, Alligator-bark, Lace-bark genannt, dient wegen seiner Aehnlichkeit mit Spitzen zu mancherlei Kunstgegenständen; wichtiger ist seine Verwendung zu Papier. Wright, Account of plants growing in Jamaika. Royle l. c. p. 311. Lindley l. c. p. 531.

D. cannabina Lour. (= *D. Bholua Hamilt*). Himalaya. Bast zur Papierbereitung. Royle l. c. p. 311.

Gnidia eriocephala Meisn. Westliches Indien. Bast. Royle l. c. p. 312.

Dirca palustris L. Nordamerika. Bastfaser zu Tauen. Duchesne l. c. p. 54.

27) Artocarpeen.

Artocarpus incisa L. fil. Bast junger Zweige zur Bekleidung auf den Südseeinseln benutzt. Böhmer l. c. p. 529. Royle l. c. p. 314.

A. hirsuta Lam., *A. hirsuta Willd.* und *A. lacoocha Roxb.* Der Bast dieser Pflanzen wird in Indien zu Flechtwerken und zur Papierbereitung benutzt. Royle l. c. p. 341. Cat. des col. fr. p. 81.

Antiaris saccadora Dulz. Indien. Bast. »Jàsund«. Wiesn. Ind. Faserpflanzen p. 3.

28) Cannabineen.

Cannabis sativa L. S. Hanf.

29) Urticeen.

Urtica dioica L. Europa, nördliches Asien, Nordamerika. Bastfaser. Diese Nessel wurde vor Einführung der Baumwolle in Deutschland und in der Picardie zur Erzeugung eines grünlichen Garns (Nesselgarn) benutzt. Auch hat man daraus durch Röstung einen Faserstoff erhalten, aus dem man das Nesseltuch wob, welches so wie Leinengewebe reinweiss gebleicht werden konnte. Bedeutend scheint indess diese Industrie nie gewesen zu sein. Erwiesen ist, dass schon zu Ende des vorigen Jahrhunderts aus Baumwolle oder Leinenfaser Gewebe dargestellt wurden, die man Nesseltuch nannte. Vgl. Zinken, Leipziger Sammlung XX. Stück p. 747 und Böhmer l. c. p. 543 ff.

U. cannabina L. Sibirien. Bastfaser. Bischof l. c. III. 1. p. 765. Royle l. c. p. 344.

U. argentea Forst. Gesellschaftsinseln. Bast. Royle l. c. p. 344.

U. japonica Thunb. Japan. Bastfaser. Thunberg, Flora japonica p. 71.

U. caracassana Jacq. Tahiti. Bastfaser. Cat. des col. fr. p. 81.

U. heterophylla Wall. Concan, Malabar. Bastfaser. »Chor Putta«. Royle l. c. p. 367.

U. alineata L. (= *Böhmeria alineata W.*). In ganz Indien wildwachsend. Bastfaser. Cat. des col. fr. p. 81.

U. baccifera L. Antillen, besonders auf Cuba. Bastfaser zu Seilerwaaren. Duchesne l. c. p. 319. Squier l. c. p. 56.

U. virolenta Wall. Gurhwal in Hindostan. Bastfaser. Royle l. c. p. 372.

U. gygas Moore. Neusüdwales. Bast. Wiesn. Bericht p. 355.

U. canadensis L. Canada, Nordamerika. Bastfaser. Wiesn. Bericht p. 355.

U. crenulata Roxb. Indien. Bastfaser. Royle l. c. p. 344 und 366.

Böhmeria tenacissima Gaudich. S. Ramie.

B. nivea Gaudich. S. Chinagras.

B. frutescens Blum. Nipal und Sikkim. Bast und Bastfaser; die feine Faser heisst »Pooah fibre«. Royle l. c. p. 369.

B. makrostachya Wall.
B. Gaglado Wall.
B. salicifolia Don.
} Indien. Bast und Bastfaser. Royle l. c. p. 372.

B. Paya Roxb. Indien. Bast. Henkel, Naturproducte etc. I. p. 334.

B. clidemaides Miq. Sumatra, Java. Bast und Bastfaser. Junghuhn, Java, deutsch von Hasskarl I. p. 329.

B. diversifolia Miq. Sumatra, Java. Bast und Bastfaser. Junghuhn l. c. p. 329.

B. candicans Blum. Indien. Bast und Bastfaser. Royle l. c. p. 363.

B. sanguinea Hassk. Bast und Bastfaser. »Rame« z. Th. Junghuhn l. c. I. p. 176. Durch Teysmann's Thätigkeit hat sich die Cultur dieser Pflanze ausgebreitet und wurde das Product in die holländische Industrie eingeführt.

Leucocnide candidissimæ Miq. Java. Bast und Bastfaser. Junghuhn, Java, deutsch von Hasskarl I. p. 174 ff.

L. alba Miq. Java. Bast und Bastfaser. Junghuhn l. c. p. 174 ff.

Pipturus velutinus Wedd. Neucaledonien. Bast zu Seilen und Netzen. Bastfaser von der Feinheit des Chinagrases zu Luxusgeweben. Cat. des col. fr. p. 81.

30) Salicineen.

Die Samenwolle der Pappeln und Weiden (z. B. der *Salix pentandra L.*, der man auch den Namen Baumwollenweide gab, u. a. m.) hat man als Gespinnstfaser statt Baumwolle, und zur Papierbereitung in Vorschlag gebracht. Die Versuche haben kein befriedigendes Resultat ergeben. Vgl. die Note oben bei *Epilobium* (p. 312) und unten bei *Eriophorum*. — Böhmer l. c. I. p. 573 und Beckmann, Vorbereitung zur Waarenkunde etc. Göttingen 1793, wo auch die Literatur dieses Gegenstandes nachzusehen ist.

31) Celtideen.

Celtis orientalis L. Indien. Bast. Royle l. c. p. 313 ff.

C. Roxburghii Miq. Indien. Bast. Wiesn. Indische Faserpflanzen p. 5.

Sponia Wightii Planch.

32) Ulmaceen.

Holoptelea integrifolia Planch.

33) Moreen.

Broussonetia papyrifera L'Herit. S. Papierfasern.

Urostygma benghalense Gasp. Indien. Bast und Bastfaser. »Wad«. Wiesn. Ind. Faserpflanzen p. 3.

U. retusum Miq. Indien. Bast. »Nandrukh«. Wiesn. l. c. p. 3.

U. religiosum Miq. Indien. Bast. »Pimpal«. Wiesn. l. c. p. 5.

U. infectoria Miq. Bast. »Kel«. Wiesn. l. c. p. 5.

U. pseudo-Tjela Miq. Bast. »Pâyar«. Wiesn. l. c. p. 5.

Lepuranda saccidora Nimmo. Westliches Indien. Bast und Bastfaser (»Chandul«) zu groben Geweben (Säcke u. dgl.). Royle l. c. p. 343. Lindley l. c. p. 271.

Ficus indica L. *F. obtusifolia Roxb.* *F. religiosa L.* *F. tomentosa Roxb.* *F. prolixa Forst.*	Indien, Neucaledonien. Bastfaser zu Seilen. Cat. des col. fr. p. 81. Ueber *Ficus sp.* s. auch Royle p. 343.

34) Antidesmeen.

Antidesma alexiterium L. Ostindien. Bastfaser. Böhmer l. c. I. p. 532.

35) Cycadeen.

Cycas cincinalis L. Indien. Faser der Blätter (?). Cat. des col. fr. p. 81.

36) Gnetaceen.

Gnetum gnemon L. (= *Gnemon domesticum Rumph.*) Sundainseln, Molukken, Neuguinéa, Philippinen, Mariannen. Bastfaser. Miquel, Flora von Nederl. Indië II. p. 1067.

G. funiculare Bl. Java, Celebes, Molukken. Bastfaser. »Waru«, »Bagu«. Miquel l. c. p. 1068. Miquel, Sumatra p. 96.

37) Palmen.

Chamœrops humilis L. Faser der Blätter zu Seilen, auch als eine Art vegetabilisches Rosshaar (crin végétal) verwendet, und mit Kameelhaar gemengt zu Geweben (Zeltstoffe) in Algier, in den Mittelmeerländern, am Senegal. Cat. des col. Algérie (1867). Cat. des col. fr. p. 80.

Ch. Ritchiana Griff. Indien. Blattfaser. »Pfees«. Watson l. c. p. 11 ff.

Ch. hystrix Fras. Centralamerika und Westindien. Die starke und dauerhafte Faser der Blätter ist Handelswaare. Sqier l. c. p. 50.

Borassus flabelliformis L. (= *Lontarus domestica Rumph.*). Südliches Asien, überall in den Tropen cultivirt. Fasern der Blattstiele. »Palmyra nar«. Royle l. c. p. 98. Cat. des col. fr. p. 80. Squier l. c. p. 52.

Corypha umbraculifera L. Indien. Blattstiele zu Fasern für Taue. Cat. des col. fr. p. 80.

Arenga saccharifera Labill. (= *Gomutus saccharifera Spr.*). Inseln des indischen Meeres und Cochinchina, in den Tropen häufig cultivirt, z. B. auf Réunion. Fasern der zur Zeit der völligen Entwickelung der Blätter eingetrockneten Blatthüllen. »Gomuti fibre«, »crin végétale« z. Th., »Ejoo«. Royle l. c. p. 92. Cat. des col. fr. p. 81. Watson l. c. p. 11 ff. Squier l. c. p. 48.

Caryota mitis Lour. Réunion. Blatthüllenfaser, »crin végétale« z. Th. Cat. des col. fr. p. 81.

C. urens L. Indien, Ceylon. Blatthüllenfaser, »crin végétale« z. Th., »Kitool«, »black fibre«. Royle l. c. p. 99. Squier l. c. p. 52. Cat. des col. fr. p. 81.

Phoenix dactylifera L. Tropen. Blattfaser. Royle l. c. p. 96.

Ph. silvestris Roxb. Indien. Blattfaser. Royle l. c. p. 91.

Astrocaryum vulgare Mart. Südamerika. Aus den unentwickelten Blättern wird die zur Verfertigung von ausgezeichneten Tauen dienliche Tuccum-Faser bereitet. Die Angabe, dass *A. Tucuma Mart.* die Tuccumfaser liefert, hat sich als irrthümlich erwiesen. Cat. des col. fr. p. 86. Seemann, Die Palmen. p. 50.

A. Ayri Mart. Brasilien. Blattfaser zu Gespinnsten. »Tuccum«. Wiesn. Bericht. p. 354.

Mauritia flexuosa L. Brasilien. Die Faser der Blätter ist für grobe Arbeiten sehr geschätzt. Seemann, Palmen. p. 176. Squier l. c. p. 51.

Sagus Raphia Jacq. Madagascar, Gabon. Gespaltene Blätter zum Weben von Zeugen. Cat. des col. fr. p. 80.

Raphia angolensis Welw. Westliches Afrika. Gespaltene Blätter zu groben Zeugen. Wiesner l. c. p. 354.

R. vinifera Beauv. Gespaltene Blätter in Angola zu Geweben. Welwitsch Drog. de Angola. p. 39.

Sagus filaris Rumph. (= *Metroxylon filare Mart.*). Faser junger Blätter zu Garnen. Miquel, Flora von Nederl. Indië. III. p. 149.

S. Rumphii Willd. und *S. lævis Rumph.* Indien. Faser der Blätter. Royle l. c. p. 92.

Rhaphis flabelliformis L. fil. Réunion. Blatthüllenfaser(?), »crin végétale« z. Th. Cat. des col. fr. p. 81.

Cocos nucifera L. S. Coïr.

Attalea funifera Mart. (= *Leopoldina Piassaba Wallace* = *Cocos lapidea Gært.*). S. Piassave.

Calamus sp. Die Stämme mehrerer Calamusarten: *Calamus Rotang Willd.*, *C. Royleanus Griffth.*, *C. rudentum Lour.* etc., sämmtlich in Indien, werden durch Zerreissen in einen Faserstoff verwandelt, der zur Herstellung verschiedener Seilerarbeiten und zu Schiffstauen sehr geeignet sein soll. Cat. des col. fr. p. 81. Royle l. c. p. 93.

38) Pandaneen.

Pandanus odoratissimus L. S. Vacua.

P. utilis Bory. Faser des Blattes. S. Vacua.

P. furcatus Roxb. Indien. Faser des Blattes. »Boudki«. Wiesn. Indische Faserpflanzen p. 5. — Ueber Pandanus-Fasern s. auch Squier l. c. p. 52.

39) Typhaceen.

Typha angustifolia L. und *T. latifolia L.* Europa, Asien. Samenwolle und gespaltene Blätter. »Masette«. Grothe in Muspratt's Chemie 2. Aufl. Bd. V. p. 132. Wiesn. Mikroskop. Untersuchungen p. 2 ff., 8 ff. Cat. des col. fr. p. 80.

40) Aroideen.

Caladium giganteum (?). Guiana. Faser der Stengel zu Papier. Cat. des col. fr. p. 80.

41) Musaceen.

Musa textilis Nees.
M. paradisiaca L.
M. Cavesdishi Paxt.
M. Sapientum L.
} S. Manilahanf.

M. mindanensis Rumph. (= *M. Balbisiana Coll.* = *M. textilis Luis Nee*). Indien. Gefässbündel des Stammes. Miquel, Flora von Nederl. Indië. III. p. 588.

M. Ensete Gm. Afrika. Cultivirt in Neusüdwales. Hier zur Abscheidung einer der Plantainfibre ähnlichen Faser benutzt. Gefässbündel des Stammes.

Heliconia caraibæa Lam. Antillen. Gefässbündel des Stammes. Cat. des col. fr. p. 79.

42) Zingiberaceen.

Curcuma longa L. Indien. Fasern des Mittelnervs der Blätter. Cat. des col. fr. p. 89.

43) Marantaceen.

Phrynium dichotomum Roxb. Indien. Gefässbündel des Stammes. Royle l. c. p. 60.

44) Bromeliaceen.

Ananassa sativa Lindl. (= *Bromelia anassas L.*). Südamerika; fast überall in den Tropen cultivirt. Es soll sich aus den Blättern dieser Pflanze eine feine, zur Herstellung von Geweben (Ananasbattist) geeignete Faser gewinnen lassen. Die aus den Blättern anderer Bromeliaceen dargestellte Faser ist gewöhnlich zum Spinnen und Weben nicht geeignet. Royle l. c. p. 39. Watson l. c. p. 11 ff.

Bromelia sagenaria L. Südamerika. Gefässbündel der Blätter. »Grawata«. Royle l. c. p. 37.

Bromelia Karatas L. S. Silkgrass.

B. silvestris Tuss. Westküste von Afrika, besonders Gabon. Cat. des col. fr. p. 79. Squier l. c. p. 15.

B. Pinguin L. Westindien, besonders Jamaika. Gefässbündel der Blätter. Squier l. c. p. 40. Royle l. c. p. 37.

B. Pigna Perott. Philippinen. Gefässbündel der Blätter. »Pina«. Soll zur Herstellung batistartiger Gewebe geeignet sein. Duchesne l. c. p. 40. Royle l. c. p. 39.

Billbergia variegata Mart. Brasilien. Ebenfalls Blattfaser. Royle l. c. p. 37.

Tillandsia usneoides L. S. Tillandsiafaser.

Agave americana L.
A. vivipara L.
A. filifera Salm.
A. cantula Roxb.
A. diacantha L.
A. Sisalana Mill.
A. mexicana L.
A. yuccæfolia Redouté.
Fourcroya fœtida Haw.
F. gigantea Vent.
(= *Agave gigantea L.*)
— S. Agavenfaser oder Pite.

45. Asphodeleen.

Aloë vulgaris L. (= *A. barbadensis Mill.*). Afrika, fast überall in den Tropen. Blattfaser. Royle l. c. p. 51.

A. indica Royle. Indien. Blattfaser. Royle l. c. p. 51.

A. perfoliata Thbg.

A. angustifolia L. Cultivirt in Indien. Blattfaser. Royle l. c. p. 53.

Yucca filamentosa Lam. Südliche Staaten von Nordamerika. Blattfaser zu Tauwerken. In Virginien früher zu Geweben. Seit die Bewohner Virginiens mit europäischen Geweben bekannt wurden, hat die Kunst, die Yuccafasern (Gefässbündel der Blätter) zu verspinnen und verweben, ihr Ende erreicht. Kalm Reisebeschreibungen. I. p. 494. Böhmer l. c. p. 543. Bischof l. c. III. p. 2, p. 932. Cat. des col. fr. p. 79.

Y. aloifolia L. Wärmeres Nordamerika und Westindien. Blattfaser zu Seilerarbeiten. Cat. des col. fr. p. 79.

Y. gloriosa L. Südliche Staaten von Nordamerika. Blattfaser. Cat. des col. fr. p. 79. Watson l. c. p. 11 ff.

Y. angustifolia Pursh. Vereinigte Staaten Nordamerika's: cultivirt in Indien. Blattfaser. Royle l. c. p. 56.

Ueber Yuccafaser (= *Adams needle fibre*) s. Royle l. c. p. 56.

Phormium tenax Forst. S. Neuseeländischer Flachs.

Sanseveria zeylanica Willd. (= *Aloë zeylanica Jacq.*). Guinea, auch sonst noch in Afrika; ferner auf Ceylon, Java, in Indien und China. Die Fasern der Blätter bilden den afrikanischen oder Bowstring-hanf. »Moorva fibre«, »Marool«. Cat. des col. fr. p. 79. Royle l. c. p. 52. Watson l. c. p. 11 ff. Squier l. c. p. 19.

S. lanuginosus Rheede. Indien. Blattfaser. Rheede, Hortus malabar. vol. XI. Tab. 42.

S. guineensis Willd. Guinea. Blattfaser. Das Blatt liefert einen ausgezeichneten Faserstoff, nämlich »African bowstring hemp«. Royle l. c. p. 52.

S. angolensis Welw. »African Hemp«. Westliches Afrika. In den portugisischen Colonien dargestellt. Cat. des col. fr. p. 79. Wiesn. Bericht p. 354.

46) Hæmodoraceen.

Aletris nervosa Roxb. Indien. Blattfaser. Royle l. c. p. 53. Cat. des col. fr. p. 79.

A. guineensis L. Westliches Afrika. Blattfasern zu Tauwerk. Adanson, Senegal-Reise p. 131. Böhmer l. c. p. 528.

47) Cyperaceen.

Eriophorum sp. Mitteleuropa. Wollbüschel der Frucht. Man versuchte die Wolle unserer europäischen Wollgrasarten als Ersatz für Baumwolle zu verwenden; begreiflicher Weise ohne Erfolg (vgl. oben bei *Epilobium* p. 312). Böhmer l. c. l. p. 576.

48) Gramineen.

Bambusa arundinacea Willd. (= *Arunda Bambos L.*). Die Faser des Stammes dient in China zur Papierbereitung. S. Papierfasern.

Stipa tenacissima L. (= *Makrochloa tenacissima Kunth*). S. Esportofaser.

Lygeum spartum Löffl. (= *L. spathaceum Lam.*). Spanien, Nordafrika. Stengel zu Flechtwerk und Geweben. Duchesne l. c. p. 15.

Gymnostachys anceps R. Br. Neusüdwales. »trawellers grass«. Die Fasern der Blätter zeichnen sich durch ausserordentliche Festigkeit aus.

Saccharum officinarum L. Das abgepresste Zuckerrohr, die Bagasse, dient zur Papierbereitung. Cat. des col. fr. p. 79.

Eleusine coracana Gärt. Indien. Faser der Stengel (?) zu Seilen. Cat. des col. fr. p. 79.

Andropogon Ivarancusa Roxb. Indien. Faser der Wurzel. »Vettiver« (Woetiwear) zu groben Geweben, Seilen, Teppichen u. s. w. Cat. des col. fr. p. 78.

Aehnlich so scheinen noch andere Andropogon-Arten Indiens, bei Royle (l. c. p. 32) »Khuskhus« oder »Vettiveyr« genannt, z. B. die in der Parfümerie angewendeten Species *A. squarrosus L. f.* und *A. muricatus Retz.*, auf Fasern ausgebeutet zu werden Cat. des col. fr. p. 78 und 79.

Andropogon gryllus L. und *Ischæmum L.* Mittel- und Südeuropa. Wurzelfasern. S. Wiesn. Bericht p. 353.

Reisstroh, Maisstroh und das Stroh unserer gewöhnlichen Getreidearten werden in der Papierfabrication verwendet. Ueber die hieraus, sowie über die aus Holz dargestellte Faser s. unten bei »Papierfasern«.

19) Farne.

Die Haarbekleidung der Stämme mehrerer Cibotium-Arten wird auf Sumatra ähnlich so wie die Bombaxwolle verwendet. Miquel, Sumatra p. 74.

VI. Specielle Betrachtung der Pflanzenfasern.

Uebersicht der nachfolgend abgehandelten technisch verwendeten Pflanzenfasern.

a. Pflanzenhaare.

1) Die Arten der Baumwolle (Samenhaare der Gossypium-Arten).
2) Die Arten der Bombaxwolle (Samenhaare mehrerer Bombaceen).
3) Die Arten der vegetabilischen Seide (Samenhaare mehrerer Asclepiadeen).

b. Bastfasern dicotyler Pflanzen.

α) Flachs und flachsähnliche Fasern.

4) Flachs (*Linum sp.*).
5) Hanf (*Cannabis sativa*).
6) Bastfaser von *Hibiscus cannabinus*.
7) Sunn (*Crotalaria juncea*).
8) Bastfaser von *Sida retusa*.
9) Bastfaser von *Calotropis gigantea*.

10) Chinagras (*Böhmeria nivea*).
11) Ramiefaser (*Böhmeria tenacissima*) [1].

β) Jute und juteähnliche Fasern.

12) Jute (*Conchorus sp.*).
13) Bastfaser von *Abelmoschus tetraphyllos.*
14) Bastfaser von *Urena sinuata.*

γ) Grobe Fasern.

15) Bastfaser von *Bauhinia racemosa.*
16) Bastfaser von *Thespesia Lampas.*
17) Bastfaser von *Cordia latifolia.*

δ) Baste.

18) Lindenbast (*Tilia sp.*).
19) Bast von *Sterculia villosa.*
20) Bast von *Holoptelea integrifolia.*
21) Bast von *Kydia calycina.*
22) Bast von *Lasiosyphon speciosus.*
23) Bast von *Sponia Wightii.*

c. Gefässbündel monocotyler Pflanzen.

α) Feine Fasern.

24) Neuseeländischer Flachs (*Phormium tenax*).
25) Echte Aloëfaser (*Aloë sp.*).

β) Grobe Fasern.

26) Musafaser (Manilahanf etc., *Musa sp.*).
27) Agavefasern (Pite, *Agave sp.*).
28) Cocosfaser (Coïr, *Cocos nucifera*).
29) Echte Ananasfaser (*Bromelia sp.*).
30) Esportofaser (*Stipa tenacissima*).
31) Pandanusfaser (*Pandanus sp.*).
32) Tillandsiafaser (*Tillandsia usneoides*).
33) Piassave (*Atalea funifera*).

d. Papierfasern.

34) Strohfaser.

---

1) Es verdienen blos die cotonisirten Fasern der *Böhmerien* den flachsähnlichen Fasern zugezählt zu werden. Rohes Chinagras und rohe Ramiefaser gehören streng genommen in die Gruppe b γ.

35) Bambusrohrfaser.
36) Holzfaser.
37) Bastfaser des Papiermaulbeerbaums [1].

Pflanzenhaare.

1. Baumwolle.

Dass die Baumwolle nicht nur die wichtigste aller spinnbaren Fasern ist, sondern geradezu die wichtigste Waare des Welthandels bildet, ist hinlänglich bekannt.

Dem Plane dieses Buches gemäss, wird man an dieser Stelle wohl keine geschichtliche Darstellung des Baumwollenhandels und der Baumwollenindustrie, über welchen Gegenstand überdies so vielfach und auch so ausführlich abgehandelt wurde, erwarten; wohl aber dürfte es gerechtfertigt sein, hier einige der wichtigsten Momente aus der Geschichte dieses Spinnstoffs hervorzuheben, um wenigstens annähernd ein richtiges Bild von der Bedeutung desselben in den verschiedenen Zeitepochen zu geben.

Den alten Aegyptern war die Baumwolle gänzlich unbekannt. Die lange als richtig angenommene Behauptung, dass die Gewänder der ägyptischen Mumien Baumwollegewebe seien, wurde schon vor längerer Zeit als irrig dargethan. Die neuern, mit grösserer Sachkenntniss ausgeführten Untersuchungen haben auf das Bestimmteste gezeigt, dass die genannten Gewebe aus Leinenfasern verfertigt wurden [2]. 500 Jahre vor unserer Zeitrechnung wurde allerdings in Ober-Aegypten Baumwolle gebaut, und kannten zu dieser Zeit die Griechen und Römer bereits die daraus bereiteten Gewebe [3]. — In Indien und Peru wird die Baumwolle seit alter Zeit verwendet.

Die europäische Baumwollenindustrie hat erst seit Ende des vorigen Jahrhunderts Wichtigkeit erlangt. Bis zu den siebziger Jahren des verflossenen Jahrhunderts hat man wohl Baumwollengewebe aus Indien, und zwar in nicht unerheblichen Quantitäten, nach England und nach dem übrigen Europa gebracht [4]; die rohe Baumwolle ist aber bis dahin nicht Gegenstand des europäischen Handels gewesen. Erst im

1) Nebst vielen andern in den vorhergehenden Rubriken aufgeführten Fasern.

2) Unger, Botan. Streifzüge etc., Sitzungsberichte der k. Akadem. d. Wiss. zu Wien 1859 und 1866.

3) Brandes, Ueber die antiken Namen und die geogr. Verbreitung der Baumwolle im Alterthum. Leipzig 1866 p. 100.

4) Beckmann, Vorbereitung zur Waarenkunde. I. p. 12 ff.

Jahre 1772 wurden in England die ersten Gewebe aus Baumwolle verfertigt. Von dieser Zeit an begann die Einfuhr von Baumwolle nach Europa. Schon im Jahre 1782 wurden mehr als 33,000 Ballen Baumwolle nach Grossbritanien allein gebracht[1].

Die Länder, welche zur Zeit des Beginns des europäischen Baumwollenhandels erhebliche Quantitäten dieser Waare nach Europa brachten, waren die Levante und Macedonien[2], Cayenne, Surinam[3], Guadeloupe und Martinique[4]. Länder, welche heute für den europäischen Baumwollenhandel in erster Linie genannt werden müssen, wie Indien, Aegypten, Nordamerika, kamen damals kaum in Betracht. Indien führte damals allerdings, wie oben angeführt wurde, Baumwollengewebe aus. Der Rohstoff blieb aber im Lande, und nur von der Küste von Coromandel brachte man Baumwolle nach Europa[5]. Aegypten konnte damals seinen eigenen Bedarf noch nicht decken, und kaufte Baumwolle aus Cypern und Kleinasien[6]. In Nordamerika befand sich damals der Baumwollenbau noch in den ersten Anfängen.

Gegenwärtig wird die Baumwollencultur fast in allen warmen Ländern betrieben. Auf der südlichen Halbkugel reicht der Anbau der Pflanze vom Aequator bis zum dreissigsten Grade südlicher, auf der nördlichen Halbkugel bis zum vierzigsten, in einigen Gegenden (z. B. in der Krim) bis zum fünfundvierzigsten Grade nördlicher Breite[7].

Bei der weiter unten folgenden Aufzählung der Baumwollensorten, werden die wichtigsten Baumwolle liefernden Länder genannt werden. Hier sei nur hervorgehoben, dass bis in die neueste Zeit die überwiegende Masse der in Europa verarbeiteten Baumwolle aus Nordamerika stammte. Der nordamerikanische Bürgerkrieg wurde zur Ursache, dass einige Baumwolle liefernde Länder z. B. Indien sich bald in Bezug auf Wichtigkeit für den europäischen Markt Nordamerika an die Seite stellten. Vom Jahre 1815, als die indische Baumwolle zuerst in grösseren Mengen nach Europa gebracht wurde, bis zum Jahre 1861 stammten nur 9—26 Proc. der in Grossbritanien verarbeiteten Baumwolle aus Indien, die Menge der amerikanischen Baumwolle betrug damals 46—84 Proc. Von dieser Zeit an bis heute beträgt die Menge der aus

1) Andree, Geographie des Welthandels p. 638.

2) Beckmann l. c. p. 20 und 25.

3) Fermin's, Uebersicht der Colonie Surinam, deutsch von Canzler. Göttingen 1788. p. 96.

4) Beckmann l. c. p. 40.

5) Histoire philos. et polit. des etablissements dans les Indes. Genève 1780. I. p. 341.

6) Beckmann l. c. p. 19.

7) Meyen, Pflanzengeographie p. 469.

Indien nach England gebrachten Baumwolle 40—50, die Menge der aus Amerika kommenden aber blos 7—42 Proc. [1]). — Die durch den amerikanischen Krieg hervorgerufene Baumwollennoth hat auch die australische und brasilianische Baumwollencultur gehoben. Nicht nur, dass jene brasilianischen Provinzen, welche schon seit langer Zeit her viel Baumwolle bauten, nunmehr grössere Ernten aufzuweisen haben, steigerte sich auch von dieser Zeit an die Baumwollencultur in den Provinzen S. Paul, Sta. Catharina, Rio grande do Sol etc. [2]).

Die jährlich auf den Weltmarkt gebrachte Menge von Baumwolle lässt sich nicht einmal annähernd schätzen. Europa und Nordamerika verarbeiten jährlich etwa 1000 Millionen Kilogr. [3]). —

Die Baumwolle besteht aus den Samenhaaren zahlreicher Gossypium-Arten.

Folgende fünf Species liefern erwiesenermassen die grössten Quantitäten von Baumwolle.

Gossypium herbaceum L. Die Heimath der krautigen Baumwolle ist wie die fast aller wichtigeren Culturpflanzen unsicher. Mit einiger Wahrscheinlichkeit nennt man das östliche Asien als das Vaterland dieser fast in allen Baumwolle liefernden Ländern, besonders häufig in der europäischen Türkei, in Griechenland, Kleinasien und Indien gebauten Species.

G. arboreum L. Die baumartige Baumwolle, deren Heimath das wärmere Asien ist, wird in Ostindien, China, Aegypten stark gebaut. Auch in Nordamerika und Westindien (Maycock) wird sie häufig cultivirt.

G. hirsutum L. Die Heimath dieser Baumwollenart, deren Samen gewöhnlich mit einer grünen Grundwolle bekleidet sind, ist Westindien und das wärmere Amerika. Sie wird nicht nur in den genannten Ländern, sondern auch an vielen anderen Orten, wo Baumwolle cultivirt wird, gebaut. Unter anderen hat man auch in Italien Anbauversuche mit dieser Pflanze vorgenommen [4]).

G. barbadense L. Heimath: Westindien. Diese Species liefert eine durch besondere Länge der Faser ausgezeichnete Baumwolle und dies ist wohl der Grund, warum man fast in allen Baumwolle liefernden Ländern dieselbe anzubauen sich bestrebt.

G. religiosum L. In China zu Hause. Dort und in Ostindien stark gebaut; aber auch in vielen anderen Ländern cultivirt, u. a. in Italien.

---

1) Harry Rivett-Carnac, Report on the cotton depart etc. Bombay 1869.

2) Brasilianischer Catalog zur Pariser Ausstellung. Rio di Janeiro. p. 100 ff.

3) Andree l. c. p. 640.

4) Memorie e relazioni intorna la cultivazione del cotone. Torino 1864.

An diese fünf wichtigsten Arten der Gattung *Gossypium* schliessen sich an: *Gossypium indicum Lam.*, in Ostindien; *G. vitifolium Lam.*, Heimath Ostindien und die Maskarenen, cultivirt auf Barbados, in Indien, Java, Neucaledonien und Italien [1]; *G. punctatum Schum.*, Senegal; *G. acuminatum Roxb.*, Indien, daselbst auch cultivirt [2]; *G. obtusifolium Roxb*, Indien, daselbst auch cultivirt [3]; *G. peruvianum Cav.*, Peru, Barbados [4]; *G. mikranthum Cav.*, als »Kapas mori« in Vorderindien und Java gepflanzt [5]; *G. taitense Parl.*, Tahiti, und *G. sandwicense Parl.*, Sandwichsinseln [6].

Die französischen Colonien stellten im Jahre 1867 in Paris zwei Handelssorten der Baumwolle aus, nämlich *coton pierre*, und *c. nankin court soie*, erstere aus Martinique und Guadeloupe, letztere aus Indien, welche von den übrigen bekannten Sorten so abweichen, dass sie als selbstständige Formen im Nachfolgenden beschrieben werden müssen, wenn auch die angeblichen Stammpflanzen, nämlich *G. conglomeratum* und *G. flavidum* [7]) noch als höchst zweifelhafte Species hingestellt werden müssen.

Es werden häufig noch andere als die hier angeführten Species von Gossypium als Baumwolle liefernd bezeichnet, z. B. *G. latifolium Mur.*, *G. siamese Ten.*, *G. rubrum Forsk.*, *G. purpurascens Poir.*, *G. racemosum Poir.*, *G. Jumelianum* u. s. w. Es sind dies entweder nur Culturformen, z. B. die letzgenannte, oder ungenau beschriebene Species, welche wahrscheinlich mit anderen der früher aufgezählten Species zusammenfallen. — Ueberhaupt lässt die Systematik des Genus Gossypium noch viel zu wünschen übrig, und eine scharfe Abgrenzung der typischen Formen steht wohl noch zu erwarten. Freilich wird es mit nicht geringen Schwierigkeiten verbunden sein, die so zahlreich gewordenen Culturvarietäten durchwegs auf genau definirbare Typen zurückzuführen [8].

Die Güte der Baumwolle hängt in erster Linie von der Gossypium-Species, welcher die Stammpflanze zugehört, ab. Im Allgemeinen

---

1) S. Miquel, Flora von Nederl. Indië I. 2. p. 163; Cat. des col. fr. p. 86; Memorie e relazioni etc. Maycock, Flora Barb. p. 134.

2) Cat. des col. fr. p. 86 und Wiesn. Indische Faserpflanzen p. 2.

3) Wiesn. l. c. p. 2.

4) Maycock l. c. p. 134.

5) Miquel l. c. p. 162.

6) Parlatore, Le specie dei cotoni. Firenze 1861.

7) Cat. des col. fr. p. 84—86.

8) Parlatore (l. c.) hat versucht alle bekannten Formen auf folgende Typen zurückzuführen: *Gossypium herbaceum L.*, *G. arboreum L.*, *G. sandvicense Parl.* (= *G. religiosum Forst.*), *G. taitense Parl.*, *G. hirsutum L.*, *G. barbadense L.* und *G. religiosum L.*

liefern die baumartigen Formen bessere Wollen als die strauchigen und diese bessere als die krautartigen. Die von Beckmann[1]) zuerst ausgesprochene und dann oft wiederholte Meinung, dass sich die Güte der Baumwolle mit der Höhe der Mutterpflanzen steigert, hat mithin einige Berechtigung. — Aber auch Klima, Boden und Culturverhältnisse üben einen sehr wichtigen Einfluss auf die Güte der Wolle aus. — Die klimatischen Verhältnisse ändern oft den Character der Stammpflanze und ebenso den Character der Wolle. *Gossypium arboreum* dauert beispielsweise in den Heimathländern 15—20 Jahre aus und giebt jährlich zwei Ernten; auf Malta hat sich aus dieser Species, gleich bei der Einführung eine Form herausgebildet, welche im zweiten Jahre Früchte zu tragen begann, blos durch zwei Jahre Ernten gab, und hierauf abstarb[2]).

Die auf die Güte und überhaupt auf die Art der Baumwolle einflussnehmenden Factoren scheinen auch die Menge der Baumwolle, die der Boden hervorbringt, zu bestimmen. Das Baumwollenquantum, welches ein Acre Landes liefert, schwankt zwischen 50—200 Kilogr. im Jahre. — Von entscheidender Wichtigkeit für die Güte und Homogenität der Waare in das Saatgut. Es ist nicht nur nothwendig, das die Sorte, welche man cultivirt, möglichst rein erhalten und nicht mit anderen Sorten vermengt wird; es muss auch in vielen Ländern, ähnlich wie beim Lein, der Samen aus den Heimathländern der Stammpflanzen jährlich, oder nach Ablauf einiger Jahre wieder frisch bezogen werden.

Die Baumwollenkapseln werden zur Zeit der Reife gesammelt, worauf allsogleich die Wolle mit den daran haftenden Samen mittelst der Hand aus den Hüllen herausgenommen wird. Das Entkörnen (Egreniren) wird wohl gegenwärtig meist nur mittelst Maschinen vorgenommen. Die Einrichtung und die Wirkungsweise dieser Maschinen zu schildern, kann nicht Aufgabe dieses Buches sein. — Das Herausnehmen der Baumwolle aus der Kapsel und das Entkörnen gelingt leicht und vollständig an der eben gereiften Frucht. Aus unreifen Kapseln und ebenso aus vor längerer Zeit geernteten Kapseln ist es weit schwieriger die Wolle zu gewinnen. Man hat deshalb den Gebrauch, die ganzen Kapseln auf den Markt zu bringen[3]), lange aufgegeben, und nimmt jetzt stets die Trennung der Wolle von den Kapseln und Samen schon in den Productionsländern vor.

---

1) l. c. p. 9.
2) Roland de la Platière. Lettre, écrites de Malte etc. p. 403.
3) S. Beckmann l. c. p. 23.

Das Ausnehmen der Wolle und das Egreniren werden in den verschiedenen Productionsländern mit grösserer oder geringerer Sorgfalt vorgenommen; es entstehen auf diese Weise reine, d. i. fast nur aus den Samenhaaren bestehende, und unreine, d. i. solche Sorten, welche neben den Samenhaaren noch Bruchstücke der Kapsel, Samenfragmente, auch wohl Samen, Stengeltheile u. dgl. m. enthalten. Sehr unrein ist z. B. die kolumbische und die Makowolle, sehr rein die Wolle von Réunion.

Da die Baumwolle ein grosses Volum einnimmt, so wird sie für den Transport durch Eintreten und Einschlagen in die Säcke, häufiger durch starkes Zusammenpressen mittelst hydraulischer und anderer mechanischer Pressen auf ein kleines Volum gebracht. Zur Verpackung dienen Säcke aus Hanf, Jute oder Thierhäuten. Die amerikanische und indische Baumwolle wird vorwiegend in Gunnysäcken (s. Jute), ein grosser Theil der levantinischen und brasilianischen Baumwolle in Säcken aus Thierhäuten verpackt.

Morphologie der Baumwollenhaare. Da die mit Zuhülfenahme des Mikroskops festzustellenden morphologischen Eigenthümlichkeiten die einzig sicheren Merkmale der Baumwolle, durch die man sie von den übrigen Fasern zu unterscheiden im Stande ist, darbieten, und ausserdem die wichtigsten Eigenschaften der Baumwollsorten in morphologischen Verhältnissen fast ausschliesslich ihren Grund haben, so ist es nothwendig, diesen Gegenstand mit möglichster Gründlichkeit abzuhandeln [1].

Die Baumwollenfaser ist, wie hinlänglich bekannt, ein einzelliges Haar.

Es wird gewöhnlich angegeben, dass jede einzelne Baumwollenzelle eine kegelförmige Gestalt besitzt, also spitz endet, und ihr grösster Querschnitt mit der Basis der Faser zusammenfällt. Die nachstehenden Beobachtungen werden jedoch zeigen, dass dies nicht ganz richtig ist.

1) Baumwollenhaare von *Gossypium herbaceum*.

Länge des gemessenen Haares = 2.5 Centim.

Spitze	:	0
Querschnitt Nr. 1	:	0.0042 Millim. [2]
» Nr. 2	:	0.0058 »
» Nr. 3	:	0.0100 »

1) Die nachfolgende Darstellung stützt sich hauptsächlich auf die Abhandlung: Beiträge zur näheren Kenntniss der Baumwolle, in: Wiesn. Mikr. Unters. p. 9 ff.

2) Die Querschnitte wurden in gleichen Entfernungen von einander gemessen.

Querschnitt Nr. 4 : 0.0168 Millim
» Nr. 5 : 0.0210 »
» Nr. 6 : 0.0169 »
» Nr. 7 : 0.0210 »
Basis : 0.0168 »

2) *Gossypium arboreum.*

L. d. g. H. = 2.5 Centim.

Spitze : 0
0.0084 Millim.
0.0210 »
0.0294 »
0.0252 »
0.0294 »
0.0252 »
Basis : 0.0170 »

3) *Gossypium acuminatum.*

L. d. g. H. = 2.8 Centim.

Spitze : 0
0.0042 Millim.
0.0126 »
0.0168 »
0.0294 »
0.0170 »
0.0211 »
Basis : 0.0210 »

4) *Gossypium flavidum.*

a) L. d. g. H. = 1.8 Ctm.

Spitze : 0
0.0084 Millim.
0.0210 »
0.0252 »
0.0378 »
0.0378 »
0.0332 »
0.0294 »
Basis : 0.0294 »

b) L. d. g. H. = 2.0 Ctm.

Spitze : 0
0.0126 Millim.
0.0168 »
0.0298 »
0.0290 »
0.0252 »
0.0298 »
Basis : 0.0210 »

c) L. d. g. H. = 3.5 Ctm.

Spitze : 0
0.0042 Millim.
0.0084 »
0.0213 »
0.0252 »
0.0259 »
Basis : 0.0210 »

5) *Gossypium conglomeratum.*

Ein Haar der Grundwolle.

L. d. g. H. = 3 Millim.

Spitze : 0
0.0168
0.0210
0.0210
0.0216
0.0332
0.0420
0.0252
Basis : 0.0168

Diese Beobachtungen lehren, dass die Gestalt der Baumwollenfaser beträchtlich von der Kegelform abweicht, indem die grösste Breite des Haares nicht mit dessen Basis zusammenfällt, sondern, von der Spitze aus gerechnet, meist hinter der Mitte zu liegen kommt. Ich habe noch mehrere andere Baumwollenarten in derselben Richtung durchgeprüft und bin auch bei diesen zu dem gleichen Resultate gekommen.

Das Baumwollenhaar ist wohl häufig, aber nicht immer, regelmässig kegelförmig zugespitzt. An vielen Haaren von *Gossypium conglomeratum* habe ich das Ende fast spatelförmig, bei *G. barbadense* häufig abgerundet oder sogar kolbenförmig, bei *G. arboreum* oft plötzlich verschmälert gefunden.

Die Breite der Baumwollenfaser ist oft Gegenstand der Untersuchung gewesen; man hoffte durch Ermittelung dieser Grösse nicht nur die Baumwolle von den anderen Fasern zu unterscheiden, sondern auch hierdurch ein Mass für den Feinheitsgrad der Wolle zu erhalten. Schacht[1] giebt als Grenzwerthe für die Breite der Baumwollenfasern 0.0125—0.0225 Mm., Bolley[2] hingegen 0.017—0.050 Mm. an. Diese Zahlen sind nicht genau, weil hierbei nicht genügende Rücksicht auf die verschiedenen Sorten genommen wurde, und weil man sich stets damit begnügte, irgend einen Querschnitt der Faser zu messen, ohne sich durch völlige Durchprüfung sämmtlicher an jeder einzelnen zur Messung bestimmten Zelle vorkommenden Breiten, darüber Rechenschaft zu geben, ob die gemessene Breite auch die grösste Breite des betreffenden Baumwollenhaares ist. Ich habe früher denselben Fehler begangen und glaubte in den Zahlen 0.0119 bis 0.0276 Millim. die wahren Grenzwerthe für die Breite gefunden zu haben[3].

Erneute und sorgfältige Untersuchungen über die maximalen Breiten der Baumwollenhaare, an Wollen angestellt, deren Stammpflanzen botanisch genau bestimmt waren, haben folgende Zahlen ergeben:

Baumwollenhaare	von	*Gossypium*	*herbaceum*	0.0119—0.0220	Mm.
»	»	»	*barbadense*	0.0192—0.0279	»
»	»	»	*conglomeratum*	0.0170—0.0271	»
»	»	»	*acuminatum*	0.0201—0.0299	»
»	»	»	*arboreum*	0.0200—0.0378	»
»	»	»	*religiosum*	0.0255—0.0400	»
»	»	»	*flavidum*	0.0290—0.0420	»

1) Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Gewächse I. p. 252, und: Die Prüfung der im Handel vorkommenden Gewebe p. 24.

2) Chemische Technologie der Spinnfasern. Braunschweig 1867. p. 3.

3) Technische Mikroskopie p. 99.

Die maximalen Breiten der bis jetzt untersuchten Baumwollenhaare schwanken mithin zwischen 0.0119—0.042 Millim. Ich habe zahlreiche käufliche Baumwollensorten des Handels, deren Stammpflanzen aber nicht bestimmt festgestellt werden konnten, in derselben Richtung untersucht und bin stets zu Zahlen gekommen, welche innerhalb der angeführten Grenzwerthe zu liegen kamen, so dass ich wohl Grund zur Annahme habe, dass die mitgetheilten Grenzwerthe nicht nur für die Wollen der angeführten Gossypium-Species, sondern für die Baumwolle des Handels überhaupt Geltung haben.

Es scheint mir bemerkenswerth, dass die Fasern jeder der oben angeführten Baumwollensorten stets eine bestimmte häufigste maximale Breite besitzen, und dass diese in Verbindung mit den angeführten Grenzwerthen für die maximale Breite in der Characteristik der Baumwollensorten von Werth sind, weshalb ich die gefundenen Resultate hier folgen lasse.

Baumwollenhaare von:	Häufigste maximale Breite:
Gossypium herbaceum	0.0189 Millim.
» *barbadense*	0.0252 »
» *conglomeratum*	0.0255 »
» *acuminatum*	0.0294 »
» *arboreum*	0.0299 »
» *religiosum*	0.0333 »
» *flavidum*	0.0378 »

Die Länge der Baumwollenhaare ist nicht nur bei verschiedenen Sorten eine variable; selbst die Fasern aus einer und derselben Kapsel variiren beträchtlich. Da die Länge der Baumwollenhaare eines der wichtigsten Kennzeichen der Sorte bildet, und auf ihren Werth einen grossen Einfluss ausübt, da ja die Unterscheidung der Baumwollen in lang-, mittel- und kurzstapelige nur auf der Länge der Haare beruht, so muss diese Eigenschaft hier eingehend erörtert werden.

Es lässt sich an jeder Samenkapsel leicht constatiren, dass die von jedem einzelnen Samen ausgehenden Haare sehr verschiedene Längen besitzen. Selbst in den Kapseln, welche langstapelige Wollen liefern, finden sich Haare, welche nur wenige Millim. messen, und von diesen bis zu den längsten, mehrere Centim. messenden Fasern herrscht ein continuirlicher Uebergang. Die verschieden langen Haare sind in gesetzmässiger Weise an jedem Samen angeordnet. Die überwiegende Mehrzahl der langen Haare finden sich am breiten, die kürzeren Haare am schmalen Ende des Samens. Es macht in Folge dieser Vertheilung jeder mit seiner gesammten Wolle aus der Kapsel herausgenommene Samen den Eindruck, als wäre er von einer eiförmig begrenzten

Haarhülle umkleidet: gegen die breite Seite des idealen Contours strahlen die langen, gegen die schmale Seite die kurzen Haare aus, der Same liegt dem schmalen Ende der Eiform zugewendet.

An den Samen aller Baumwollenarten findet sich eine sehr kurze Wolle vor, deren Haare einen oder wenige Millim. messen, deren Breite aber von jener der langen Haare nicht oder nur wenig verschieden ist. Diese Grundwolle überzieht entweder als gleichmässiger Haarfilz die ganze Samenoberfläche, wie an *Gossypium flavidum*, *arboreum* und *hirsutum*, oder sie findet sich blos an der Spitze und der Basis der Samen vor, wie bei *G. conglomeratum* und *religiosum*. An *G. herbaceum* tritt wohl auf der ganzen Oberfläche des Samens eine Grundwolle auf: selbe bildet aber blos an der Spitze und der Basis einen dichten Filz. Bemerkenswerth ist die Thatsache, dass, während die längsten Haare der eigentlichen Wolle am breiten Samenende auftreten, die längsten Härchen der Grundwolle am spitzen Ende vorkommen, woselbst sie häufig einen dichten Bart bilden. — Alle Samen mit gelber Wolle haben eine intensiv gelbe Grundwolle. Aber auch die Grundwolle derjenigen Baumwollensamen, die eine weisse Wolle tragen, ist mehr oder weniger stark gelb gefärbt. Je weisser eine Baumwollensorte ist, desto weniger gelblich ist die Grundwolle gefärbt. Manche Baumwollensorten tragen Samen, die mit einer smaragdgrünen Grundwolle bedeckt sind; fast typisch tritt diese Färbung an dem kurzhaarigen Ueberzuge der Samen von *Gossypium hirsutum* auf.

Die Länge der Baumwollenhaare ist mithin für jede Sorte eine zwischen weiten Grenzen schwankende. Dennoch spricht man von der Faserlänge (Stapel) einer Baumwollensorte. Nach Bolley[1]) soll die Stapellänge zwischen 2.5 und 6 Cent. variiren. Nach Benno Niess[2]) haben die kürzesten Wollen eine Länge bis 4 Lin. (0.9 Cent.) und die längsten, nämlich Sea Island-Wolle, von 18 Lin. (4 Cent.).

Ich habe folgende häufigste Werthe für die Längen (Stapel) der nachstehenden, botanisch bestimmten und ihrer Herkunft nach bekannten Baumwollensorten gefunden.

Gossypium barbadense, Sea Island	4.05	Centim.
» » , Brasilien	4.00	»
» » , Aegypten	3.89	»
» *vitifolium*, Pernambuc	3.59	»
» *conglomeratum*, Martinique	3.51	»
» *acuminatum*, Indien	2.84	»
» *arboreum*, Indien	2.50	»

1) l. c. p. 3.

2) Die Baumwollenspinnerei in allen ihren Theilen. Weimar, 1868.

Gossypium herbaceum, Macedonien 1.82 Centim.
» » , Bengal 1.03 »

Structur der Baumwollenzellen. Das Baumwollenhaar ist, wie oben dargelegt wurde, eine Zelle von etwa kegelförmiger Gestalt, welche gegen die Mitte zu etwas ausgebaucht ist. Der Querschnitt der Baumwolle lehrt, dass sie häufig mehr oder weniger plattgedrückt ist. Manchmal ist die Zelle oft ziemlich lange Strecken hindurch cylindrisch geformt, so dass man bei Betrachtung solcher Stellen, namentlich wenn sie stark verdickt sind, die Flachsfaser vor sich zu haben vermeint. An den Haaren von *Gossypium conglomeratum* tritt dieses morphologische Verhältniss typisch auf.

An jeder Baumwollenzelle unterscheidet man die Wand und das Lumen oder den lufterfüllten Hohlraum der Zelle. Die Zellwand erscheint von einem zarten Häutchen, der Cuticula, überdeckt, welche streng genommen nur die äusserste Schicht der Zellwand ist.

Die Wand der Baumwollenzelle hat eine für Pflanzenhaare sehr beträchtliche Mächtigkeit. Sie kann sich in Bezug auf ihre Dicke nicht mit der Flachsfaser, aber mit sehr vielen anderen Bastfasern messen. Im Vergleiche zu den übrigen technisch verwendeten Pflanzenhaaren hat die Baumwolle eine geradezu beispiellose Dicke der Wand und in Folge dessen eine sehr beträchtliche Festigkeit aufzuweisen. — Die Dicke der Zellwand beträgt gewöhnlich etwa $^1/_3$—$^2/_3$ vom Durchmesser der Zelle. Nur selten ist in Folge starker Wandverdickung das Lumen der Zelle so eng, dass es nur als dunkle Linie erscheint, wie dies bei der Bastzelle des Flachses fast immer zu beobachten ist.

Durch Säuren und Alkalien wird die Zellwand zum Quellen gebracht, oft unter Annahme einer spiraligen Streifung. Die innerste Zellwandschicht ist häufig körnig, indem sich an dieselbe oft Reste von Protoplasma anlegen. Porencanäle kommen in der Wand der Baumwollenzelle nicht vor. Alle Mittel, welche die Zellwand des Baumwollenhaares zur Quellung bringen, strecken diejenigen Partien der Faser, welche korkzieherartig gedreht sind, gerade. Hier sei bemerkt, dass die oft als Unterscheidungsmerkmal zwischen Baumwolle und Flachsfaser genannte korkzieherartige Drehung der ersteren an der letzteren allerdings niemals zu bemerken, aber auch an der Baumwollenfaser nicht immer nachweisbar ist. Abgesehen davon, dass die gesponnene Baumwollenfaser sehr häufig geradegestreckt ist, ist hervorzuheben, dass die Haare von *Gossypium conglomeratum* oft ihrer halben Länge nach völlig geradegestreckt sind, dass die oberen und unteren Enden der Haare von *G. arboreum* und *barbadense* gerade, die sich zunächst anschliessenden Partien schwach und nur die mittlere Partie stark gedreht ist. Die unveränderten Haare von *G. herbaceum*

habe ich allerdings manchmal von der Spitze bis zum Grunde gedreht gefunden.

Die Cuticula ist an allen reifen Baumwollenhaaren deutlich erkennbar. An den zarten, seidigen Wollen ist sie weniger scharf ausgesprochen, als an den groben Sorten. Wie ich schon früher zeigte[1], tritt dieses zarte Häutchen am schärfsten in Erscheinung, wenn man die zu untersuchenden Haare trocken präparirt, d. h. ohne sie mit Wasser zu benetzen, unter das Mikroskop bringt. Die Cuticula erscheint dann als zartes, körniges oder streifiges Häutchen. Bei dieser Art der Beobachtung sieht man bei etwa zweihundertmaliger Vergrösserung in der Richtung der Streifen der Cuticula zarte Interferenzlinien liegen. An gröberen Wollen ist die Cuticula auch scharf ausgeprägt zu erkennen, wenn die Faser in einer nicht allzu stark lichtbrechenden Flüssigkeit, z. B. Wasser, liegt.

Die Ausbildung der Cuticula ist, soviel ich zu beobachten Gelegenheit hatte, an den Wollen verschiedener Gossypium-Arten eine verschiedene. Die deutlichste Ausbildung dieses Häutchens habe ich an den Haaren von *G. flavidum, religiosum, arboreum* und *herbaceum* beobachtet. Die Haare der beiden ersteren sind mit einer ästig gezeichneten, die von *G. arboreum* und *herbaceum* mit einer theils körnigen, theils zart spiralstreifigen Cuticula versehen. Die Haare von *G. conglomeratum* sind grösstentheils von einer zart spiralstreifigen, stellenweise auch körnigen oder, und zwar am oberen Ende, von einer völlig structurlosen Cuticula umkleidet. An den Haaren von *G. barbadense* fand ich das obere Ende etwa 0.5—5 Millim. lang, und das unterste Ende mit einer völlig glatten, die mittleren Partien theils mit einer zarten, streifigen, theils mit einer zart ästig gezeichneten Cuticula versehen.

Am besten lässt sich die Anwesenheit der Cuticula am Baumwollenhaar durch Kupferoxydammoniak erweisen. Man kann sie durch dieses Reagens auch dann noch auffinden, wenn sie structurlos ist, und der directen Beobachtung entgeht. Wie zuerst von Cramer[2] gezeigt wurde, löst das Kupferoxydammoniak wohl die fast gänzlich aus Cellulose bestehende Zellwand, aber nicht die Cuticula des Baumwollenhaares auf. Nach vorhergehender starker Aufquellung und späterer Auflösung der Zellwand bleibt die Cuticula in mehr oder minder wohlerhaltenem Zustande zurück. Cramer und später ich[3] haben einige morphologische Veränderungen constatirt, welche das

1) Technische Mikroskopie p. 99.
2) Vierteljahrschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich.
3) Technische Mikroskopie p. 100.

Kupferoxydammoniak an der Baumwolle hervorruft und darin bestehen, dass die Zellwand stellenweise blasenförmig aufgetrieben wird, indem sich die Cuticula von diesen Stellen loslöst und entweder fetzenweise abgeworfen, oder an jenen Stellen, die bei der blasenförmigen Auftreibung des Baumwollenhaares eingeschnürt erscheinen, ringförmig zusammengeschoben wird. Die blasenförmige Auftreibung des Baumwollenhaares bei Einwirkung von Kupferoxydammoniak kann indess nicht mehr als Unterscheidungsmerkmal der Baumwolle dienen, indem nicht nur Baumwollensorten existiren, welche diese Erscheinung nicht zeigen, sondern auch viele Bastzellen, selbst die des Lein's manchmal in den äussersten Partien der Zellwand eine solche Widerstandskraft gegen das genannte Reagens zeigen, dass auch an ihnen bei der Aufquellung der inneren Zellwandpartien eine gleiche blasenförmige Auftreibung der Zellen zum Vorschein kommt. Die Baumwollenfaser unterscheidet sich von den Bastfasern bei der Behandlung mit Kupferoxydammoniak nicht durch die Form, welche die Zellen hierbei annehmen, wohl aber dadurch, dass nach längererer Einwirkung des frischen Reagens von der Baumwolle stets die äusserste Haut, nämlich die Cuticula, zurückbleibt, was bei den Bastfasern nicht der Fall ist. — Die Form der zurückbleibenden Cuticula kann eine sehr verschiedene sein. Die Haare von *Gossypium arboreum*, *herbaceum* und *barbadense* verhalten sich gegen Kupferoxydammoniak, wie es von Cramer und mir angegeben und oben kurz angedeutet wurde. Die Haare von *Gossypium conglomeratum* lassen nach längerer Einwirkung des Reagens die Cuticula fast immer nur in Form eines collabirten Schlauches zurück. Nur hier und dort, namentlich an der Basis der Haare wird die Faser blasenförmig aufgetrieben, und dann erscheint die abgeworfene Cuticula an diesen Stellen ähnlich so gestaltet, wie bei den

Fig. 44.



Baumwolle. *A* Vergr. 50. *B* Vergr. 500. *c* Cuticula. *C* Ein Stück einer Baumwollenfaser nach Einwirkung von Kupferoxydammoniak. *c* Cuticula. *i* Innenhaut.

früher genannten Baumwollenarten. Die Samenhaare von *Gossypium flavidum* und *religiosum* quellen in Kupferoxydammoniak nicht blasenförmig auf. Nach völliger Lösung der Cellulose der Zellwand in dem Reagens bleibt die Cuticula als zusammengefallener Sack zurück, an welchem weder Ring- noch Spiralstreifen zu bemerken sind. Beachtenswerth finde ich die Thatsache, dass nach längerer Einwirkung von Kupferoxydammoniak auf die Haare von *Gossypium flavidum* die Innenhaut der Zelle als dicker faltiger Sack zurückbleibt und dem Reagens dieselbe Widerstandsfähigkeit entgegensetzt, wie die Cuticula. Die Innenhaut ist hier stärker als es gewöhnlich bei den Baumwollenhaaren der Fall ist, mit Eiweisskörpern infiltrirt. Von den Haaren anderer Baumwollenarten bleiben nur kleine Reste oder gar nur Spuren der Innenhaut im Reagens zurück. —

Unterscheidung der Baumwolle von der Leinenfaser. Im Vorhergehenden sind eine Reihe von Eigenschaften der Baumwolle aufgeführt worden, die mit Vortheil zur Unterscheidung derselben von der Bastzelle des Flachses verwendet werden können. Die unterscheidenden Merkmale sind: die Zellwanddicke, das Vorhandensein einer Cuticula bei der Baumwolle und der Mangel dieses Häutchens an der Leinenfaser, endlich die Form. Wie oben auseinandergesetzt wurde, ist die Baumwollenzelle ein gegen die Mitte hin etwas ausgebauchter Kegel. Die Flachsbastzelle ist hingegen ein an den Enden konisch zugespitzter Cylinder. Es ist für die Unterscheidung der Leinenzelle von der Baumwolle jedoch nicht nothwendig, die zu untersuchende Faser ihrer ganzen Länge nach im Mikroskope zu prüfen, um aus der Form schliessen zu können, ob man es mit der einen oder der anderen zu thun habe; auch an Bruchstücken, welche nur einige Millimeter lang sind, lässt sich diese Frage entscheiden. Die Baumwollenhaare zeigen im Längenverlaufe viele Unregelmässigkeiten, während die Flachsbastzelle sehr regelmässig von dem Ende nach der Spitze an Breite zunehmen, wie folgende Zahlenreihen lehren.

a) Baumwollenhaar, durch verdünnte Salpetersäure gerade gestreckt, um an jeder beliebigen Stelle die Breite messen zu können [1].

---

[1] Die Quellung der Zellwand geht bei Anwendung von verdünnter Salpetersäure an allen Stellen des Haares so gleichmässig vor sich, dass die an der so vorbehandelten Faser angestellten Messungen ein ganz richtiges Bild von der Zu- und Abnahme der natürlichen Faserbreite entwerfen, wie ich durch vergleichende, an der unveränderten und künstlich gestreckten Faser angestellten Messungen constatiren konnte.

Spitze: 0, 0.0084[1], 0.0150, 0.0168, 0.0200, 0.0210, 0.0218, 0.0294, 0.0294, 0.0324, 0.0378, 0.0252, 0.0294, 0.0310, 0.0300, 0.0311, 0.0299, 0.0294, 0.0294, 0.0290, 0.0280, 0.0252. Basis.

b) Flachsbastzelle, 4 Centimeter lang.

Spitze: 0, 0.0063, 0.0084, 0.0095, 0.0105, 0.0117, 0.0120, 0.0125, 0.0129, 0.0135, 0.0158, 0.0159, 0.0166, 0.0159, 0.0169, 0.0168, 0.0155, 0.0148, 0.0155, 0.0148, 0.0155, 0.0169, 0.0158, 0.0143, 0.0129, 0.0130, 0.0125, 0.0123, 0.0120, 0.0117, 0.0109, 0.0100, 0.0090, 0.0084, 0.0065, 0 Basis.

Chemisches Verhalten der Baumwolle. Die Baumwolle führt im lufttrockenen Zustande 6.66 Proc. Wasser. Im mit Wasserdampf gesättigten Raume beträgt die aufgenommene Wassermenge 20.99 Proc. Die getrocknete Faser giebt 1.83 Proc. Asche.

Mit Jod und Schwefelsäure wird, wie lange bekannt, die Baumwolle himmelblau gefärbt. In Kupferoxydammoniak quillt die Faser unter Blaufärbung, und wird bis auf die Cuticula und Reste der Innenhaut völlig in Lösung gebracht. Schwefelsaures Anilin bringt keinerlei Aenderung hervor.

Ausser Cellulose, welche die unveränderte Zellwand, und der Cuticularsubstanz, welche die Cuticula constituirt, und über deren chemische Eigenschaften nichts bekannt ist, sind in der Baumwolle noch Eiweisskörper, welche als Infiltrationsproduct der innersten Zellwandschicht — der Innenhaut — auftreten, ferner etwas Fett, eine wachsartige Substanz, Farbstoffe und Mineralsubstanzen nachgewiesen worden.

In den Baumwollensorten treten gewiss mehrere verschiedene Farbstoffe auf. Der Farbstoff der Nankingwolle unterscheidet sich sehr wohl von jenem gelben Farbstoff, welcher in den sogenannten weissen Wollen auftritt, die aber häufig etwas gelblich gefärbt sind[2]. An den Samen solcher Wollen ist die Grundwolle stets mit demselben Farbstoff und zwar bedeutend intensiver als die gewöhnliche lange Wolle gelb gefärbt. — Der Farbstoff der Nankingwolle (von *Gossypium religiosum* und *flavidum*) hat seinen Sitz in der Zellmembran. Ob er dort entstanden oder von der Membran aus dem Zellinhalte aufgenommen wurde, konnte ich nicht entscheiden. Der Nankingfarbstoff ist in Wasser, Alkohol und Aether unlöslich. Säuren und Alkalien machen ihn stärker hervortreten. Längere Einwirkung von Salpetersäure oder Chrom-

1) Diese und die folgenden Zahlen drücken die in gleichen Abständen gemessenen Breiten der Fasern in Millimetern aus.

2) Nach Heldreich (l. c. p. 52) kommt auf Santorin eine Spielart von *Gossypium herbaceum* mit röthlich gelber Wolle vor.

säure zerstört dieses Pigment völlig. — Der gewöhnliche gelbe Farbstoff der licht-gelblichen Wollen und der zugehörigen Grundwollen hat ebenfalls seinen Sitz in der Zellmembran. Bei der Uebereinstimmung dieses Farbstoffs mit dem gewöhnlich rothen in den Zellsäften der Pflanzen vorkommenden Pigmente, halte ich es für wahrscheinlich, dass er im Zellsafte entstanden ist und von der Zellmembran bei der Eintrocknung der Haare aufgesaugt wurde. Dieser Farbstoff ist in Wasser und Alkohol etwas löslich, schwieriger wird er von Aether aufgenommen. Säuren färben dieses Pigment rosenroth, Alkalien smaragdgrün. — Manche Grundwollen, besonders die an den Samen von *Gossypium hirsutum* auftretenden sind schon an und für sich smaragdgrün gefärbt. Diese grüne Farbe, welche ebenfalls ihren Sitz in der Zellmembran hat, verwandelt sich auf Zusatz von Säure sofort in Rosenroth und kann durch Ammoniak wieder in Grün übergeführt werden. Es ist nach diesen Reactionen wohl zweifellos, das der grüne Farbstoff mit dem gewöhnlichen gelben identisch ist und nur durch eine alkalisch reagirende Substanz in Grün übergeführt wurde. Es scheint, als würde die grüne Farbe entweder durch atmosphärisches Ammoniak, oder durch Ammoniak, das als Zersetzungsproduct von stickstoffhaltigen Substanzen des Samengewebes entstand, hervorgerufen.

Die wichtigeren käuflichen Sorten der Baumwolle. Ehe ich in die Aufzählung der wichtigeren Baumwollensorten eingehe, will ich die Eigenschaften, auf die es bei der Beurtheilung des Werthes der Baumwolle ankommt, kurz berühren. Die Werthbestimmung der Baumwolle ist Sache der Uebung und viele Anhaltspuncte hierfür, wie Anfühlen, Geruch u. s. w. entziehen sich der Erörterung. Es kann hier nur der wissenschaftlich fassbaren Eigenthümlichkeiten der Baumwolle Erwähnung gethan werden. Eine der wichtigsten Eigenschaften bildet die Länge des Fadens, auf die schon oben aufmerksam gemacht wurde. Hiernach unterscheidet man langstapelige, deren längste Fasern über 2.5 Centim. lang sind, mittelstapelige und kurzstapelige Wollen, deren längste Fäden unter 2 Centim. messen. Die Seidigkeit hängt von der Ausbildung der Cuticula ab. Je weniger kenntlich die Structurverhältnisse der letzteren sind, desto seidiger ist die Wolle; je gröber sie ist, d. i. je deutlicher die körnig-streifige oder astförmige Zeichnung derselben hervortritt, desto weniger seidig, desto glanzloser ist sie. Die von *Gossypium barbadense* herrührenden Wollen sind durch starken seidigen Glanz ausgezeichnet, also die Sea Island, viele brasilianische Wollen u. s. w. Die Feinheit der Baumwolle hängt in erster Linie von der Feinheit der Faser ab; je kleiner der Querschnitt der Haarzelle ist, desto feiner ist sie. Aber auch die Weichheit der Wolle kommt hierbei mit in Betracht. Die Sea Island bildet

die feinste Sorte. Die in der Literatur aufzufindenden Zahlen über die Dicke der Fäden haben kaum einen vergleichsweisen Werth, da bei der Messung nie auf die Maximalbreite der einzelnen Fäden Rücksicht genommen wurde, sondern irgend beliebige Stellen der Fäden gemessen und hieraus ein Mittel genommen wurde. Die Reinheit und Homogenität der Baumwolle hängt davon ab, ob sie frei von fremden Beimengungen, als Kapselgewebe, Samengewebe, Blatt-, Stengelfragmenten, Staub, Erde u. s. w. ist, und der Grad der Reinheit davon, ob diese Körper in grösseren oder kleineren Mengen darin auftreten. Unter finnigen Wollen versteht man diejenigen, an deren Haaren kleine kaum sichtbare Knötchen, nämlich zusammengeballte Stücke von Fasern, haften. Die Farbe bildet ein wichtiges Kennzeichen der Baumwolle. Obwohl die meisten Baumwollensorten weiss erscheinen, so sind sie es doch nicht. Stark zusammengedrückt oder versponnen lassen sie doch immer einen Stich in's Gelbe (die meisten indischen) oder in's Graue (peruanische Wolle) oder Röthliche (ein Theil der siamesischen und chinesischen Baumwolle) erkennen. Es wird sehr häufig angegeben, dass die als Louisianawolle vorkommende Sorte eine bläulich-weisse Farbe habe, was ich jedoch, wenigstens für die mir bekannt gewordenen Proben dieser Sorten, nicht bestätigen kann. Die Nanking-Wollen von *Gossypium religiosum* und *flavidum*, ferner manche afrikanische Sorten z. b. die von Wida[1]) haben ausgesprochen gelbbräunliche Farbe. Die Farbe der Baumwolle hat, wie schon oben auseinandergesetzt wurde, ihren Sitz in der Zellwand der Faser. Da die gewöhnliche gelbe Baumwolle durch Säuren eine röthliche Farbe annimmt, so ist es zum mindesten wahrscheinlich, dass der rothe Farbstoff nichts anderes als eine durch Säure hervorgerufene Modification des gewöhnlichen gelben Farbstoffes ist.

Von den nordamerikanischen Sorten ist vor allem die von *Gossypium barbadense* herrührende Sea Island hervorzuheben. Die besten Sorten liefern die Küsten von Georgien, Südcarolina und einige benachbarte Inseln. Sie heisst auch: lange Georgia. Die Sea Island-Wolle hat man in die meisten baumwollliefernden Länder einzuführen getrachtet, z. B. in Indien, Aegypten, und hat in einzelnen in der That sehr gute Sorten erzielt, die aber doch gegen die originale Sea- Island-Wolle zurückstehen. Die Sea Island-Wolle ist nicht nur die langstapeligste aller bekannten Sorten, sie überragt auch in den meisten anderen Eigenschaften, besonders in Feinheit, die übrigen Baumwollen, und wird nur in einzelnen Eigenschaften von anderen

---

1) Die Baumwolle von Wida ist schon seit dem vorigen Jahrhundert bekannt. Dass sie von *Gos. rel. L.* stamme, ist sehr zweifelhaft. (Vgl. Isert, Reise nach Guinea. Kopenhagen 1788.)

Sorten überholt. So sind die meisten brasilianischen Baumwollen, weisser als die lange Georgia, welche stets einen Stich in's Gelbe erkennen lässt, und auch glänzender, seidiger. Diese Sorte wird ihrer Feinheit und Länge wegen nur zu den feinsten Garnen versponnen. — An diese Sorte reiht sich in der Güte die Baumwolle von Louisiana; sie ist langstapelig, weiss (angeblich bläulich weiss), glänzend. Ihr ähnlich ist die Alabahma oder Mobile, die gewöhnlich aber unreiner und etwas kurzfaseriger ist. Bemerkenswerth ist die kurze Georgia (Upland Georgia), eine weisse aber kurzstapelige Sorte.

Von südamerikanischen Baumwollen sind besonders einige brasilianische wegen Feinheit, Weisse und Seidigkeit ausgezeichnete Sorten hervorzuheben, besonders die Baumwolle von Pernambuc und Ceara; zunächst kommen Bahia und Minas novas. Geringer sind Rio Janeiro und Para. In Brasilien wird vorwiegend *Gossypium barbadense*, in einzelnen Provinzen (Pernambuc) auch *G. vitifolium*, und wahrscheinlich auch *G. racemosum* und *purpurascens* cultivirt[1]). Von den Baumwollen aus Guiana ist vorerst die seit alter Zeit in Surinam gewonnene hervorzuheben, welche fast der Wolle von Pernambuc an Güte gleichkommt. Einzelne Sorten der Baumwolle von Demerary stellen sich sogar noch über die Pernambuc-Wolle. Die übrigen Sorten von Guiana (Berbice, Cayenne etc.) sind sehr unrein, häufig mit zerquetschten Samenkörnern untermengt. Die columbische Baumwolle kommt der brasilianischen im Glanze nahe, ist aber ungleichfarbig, indem zwischen den weissen Flöckchen auch gelbliche vorkommen. Die reinste und beste dieser Baumwollen ist die Sorte Varinas. Die peruanischen Sorten sind geringer als die columbischen, da ihre Farbe graulichweiss ist.

Die westindischen Wollen sind ihrer Natur nach meist vorzüglich und kommen dann den besten nordamerikanischen gleich, nur sind sie mit Ausnahme der Baumwolle von Portorico sehr unvollständig gereinigt.

Die ostindischen Baumwollen haben seit der durch den amerikanischen Krieg hervorgerufenen Baumwollenkrise für Europa eine grosse Wichtigkeit erhalten. Es hat sich nicht nur die Productionsmenge gesteigert, sondern auch die Güte der Baumwolle selbst, sowohl durch sorgsamere Cultur als auch durch vollständigere Reinigung, verbessert. Die grössten Mengen indischer Baumwolle kommen von Bombay. Diese Wollen sind sehr ungleich in der Güte. Die besten Sorten der Bombaywolle sind nach neueren Erfahrungen[2]) die Sorten

1) Martius, Reise in Brasilien II. p. 485 ff. und II. p. 813 ff.

2) Fachmännische Berichte über die ostasiatische Expedition p. 40.

»Dharwar«, aus amerikanischen und »Hing hung hat« aus indischen Samen gezogen. Die im europäischen Handel unter dem Namen Dhollerah vorkommende indische Baumwolle wird in Guzerate gewonnen. Nach B. Niess[1] haben die indischen Wollen fast durchgängig einen kurzen Stapel und zwar soll die Länge des Haares

der Sorte	Dhollerah	11.2—13.50	Millim.
» »	Madras	unter 13.50	»
» »	Bengal	» 8.90	»

messen. Nach den Messungen von Watson, welche er in einer später genannten Abhandlung mitgetheilt hat, zu schliessen, ist der Stapel der indischen Wollen im Allgemeinen denn doch nicht so kurz, als die gewöhnlich verbreiteten Angaben hierüber vermuthen lassen würden[2].

Stapellängen indischer Baumwollen nach Watson:

a) Wollen aus den nördlichen Districten.

	Minimum.	Maximum.	Durchschn. Länge.
Surate	20.3 Millim.	30.6 Millim.	25.4 Millim.
Guzerate	22.8 »	33.0 »	27.9 »
Broach	15.2 »	25.4 »	20.3 »
Dharwar	20.3 »	45.7 »	33.0 »
Canseish	22.8 »	27.9 »	25.4 »
Berar	17.7 »	25.4 »	21.5 »
b) Wollen aus den südlichen Districten.			
Madras	20.3 »	22.8 »	21.5 »
Tinnevelly	15.2 »	30.6 »	20.3 »
Trichnopoly	15.2 »	25.4 »	22.8 »
c) Bengalische Sorten.			
Agra	15.5 »	20.3 »	17.7 »
Delhi	12.2 »	20.3 »	16.4 »
Calcutta	25.4 »	33.0 »	28.0 »
d) Wolle von			
Tenasserim	27.9 »	33.0 »	30.6 »

Die meisten indischen Sorten sind stark gelblich gefärbt und grob, so dass sie nur zur Herstellung niederer Garnnummern dienlich sind. — Die gegenwärtig in Europa ziemlich stark verarbeitete persische Baumwolle stimmt fast in allen Eigenschaften mit der Sorte Dhollerah überein.

---

1) l. c. p. 339.

2) Vgl. auch die Daten über die Längen einiger indischer Baumwollen in diesem Abschnitte p. 339.

Die levantinischen Wollen kamen früher häufiger auf den europäischen Markt, als gegenwärtig. Die Ursache hiervon liegt in dem grossen Aufschwunge der indischen Baumwollenproduction. Die Baumwolle Natoliens ist langstapelig und fast reinweiss, die macedonische wohl fest und weiss aber sehr kurz, so dass sie sich nur schwierig verspinnen lassen soll. Nach B. Niess beträgt ihre Länge dennoch 15.7—20.25 Millim.

Von afrikanischen Wollen sind als Handelsartikel blos die von Réunion kommende Bourbon- und die aus Aegypten kommende Mako- oder Jumel-Wolle hervorzuheben. Erstere ist wohl langstapelig, weich und glänzend, hat aber nur eine sehr geringe Festigkeit. Die Makowolle von *Gossypium barbadense*, und zwar von der Form Sea Island stammend, kommt seit den zwanziger Jahren, zu welcher Zeit der französische Ingenieur Jumel den Anbau der Pflanze in den Nilthälern einführte, in den europäischen Handel, und hat sowohl wegen der Menge als Güte für Europa Wichtigkeit erlangt. Die Makowolle ist zwar nicht rein, auch etwas ungleichfarbig (theils weiss mit einem Stich in's Röthlichgelbe, theils gelblich) aber fein, weich und langstapelig, so dass sie sich zur Herstellung sehr feiner Garne benutzen lässt. Die Länge ihres Fadens steigt nach meinen Messungen bis auf 38.9 Millim., kommt mithin der originalen Sea Island hierin ziemlich nahe.

Die europäischen Baumwollen z. B. die spanische (Motril), die neapolitanische (Castellamare), die sicilianische (Biancacella) haben für den Handel fast gar keine Bedeutung. Eine grössere Wichtigkeit dürfte in der Folge die australische Baumwolle erlangen, von der einzelne Sorten in jeder Beziehung als ausgezeichnet bezeichnet werden müssen. Bei der letzten Pariser Ausstellung wurde die Baumwolle aus Hawaihi (Honolulu) als die ausgezeichnetste aller vorhandenen Baumwollsorten erkannt. Freilich gelangte originale Sea Island nicht zur Ausstellung. Die Farbe der Baumwolle von Honolulu ist weiss, mit einem leichten Stich in's Röthliche. Die Seidigkeit wurde einstimmig als unvergleichlich bezeichnet. Auch die Baumwolle von Victoria und Queensland wurde ihrer Weichheit, Weisse, ihrer Seidigkeit und Stärke wegen als ausgezeichnet erkannt[1].

Von intensiv gefärbten Wollen ist die in Ostindien und China in grosser Menge gewonnene Nanking-Wolle (von *Gossypium religiosum*) und die auf Martinique producirte Nankingwolle (cotton nankin à courte soie von *Gossypium flavidum*) hervorzuheben. Durch die Cultur

---

1) Dr. Lorenz, Rohe Baumwolle. Oesterr. offic. Bericht über die Pariser Ausstellung (1867) Bd. V. p. 321.

der *Gossypium religiosum* sind mehrere Varietäten entstanden, deren Wolle in der Farbe zwischen Rostbraun und einem nur wenig hervortretenden Lichtbraun liegt.

2) Wolle der Wollbäume[1].

In der Fruchtkapsel der Bombaceen ist eine feine, seidige, die Samen umhüllende Wolle in reichlicher Menge vorhanden, die seit alter Zeit her gesammelt und verschieden verwendet wird.

Es gehören hierher die in Brasilien gewonnene »Paina limpa«, das Product »Kapok« der Sundanesen und die im europäischen Handel unter dem Namen »Pflanzendunen«, »Ceibawolle«, »Patte de liévre« und »édrédon végétale« vorkommenden Waaren.

Die Paina limpa ist die Wolle von *Bombax heptaphyllum L.* (= *B. septenatum Jacq.*) oder von *B. Ceiba L.* (= *B. quinatum Jacq.*), in Südamerika und Westindien vorkommende Pflanzen. Auch *B. carolinum Vell.*, eine südamerikanische Bombacee, liefert eine Art Paina. Das Product Kapok ist die Wolle von *Eriodendron anfractuosum DC.* (= *Bombax pentandrum L.* = *Gossampinus alba Ham.*) welche in Indien und auf den umliegenden Inseln häufig vorkommt. Die Ceibawolle ist mit der brasilianischen Paina identisch. Der in neuerer Zeit unter dem Namen »Pflanzendunen« im deutschen Handel vorkommende Faserstoff ist nach meinen Untersuchungen gewiss eine Bombaceenwolle und stammt höchst wahrscheinlich von *Eriodendron anfractuosum* her. Das édrédon végétale auch patte des liévre genannt, stammt von *Ochroma lagopus Sw.* (= *Bombax pyramidale Cav.*) einer westindischen Bombacee, welche auf Guadeloupe und Martinique auf Wolle ausgebeutet wird. Unter dem Namen »Ouatte végétale« kommen die verschiedensten Wollen vor, die wahrscheinlich nicht nur von Bombax- und Ochroma-, sondern auch von Chorisia-Arten herrühren.

Die Wolle der Wollbäume hat ein schönes glänzendes Aussehen, aber nur eine geringe Festigkeit und Dauerhaftigkeit, so dass sie nicht den Eindruck einer spinnbaren Faser macht. Sie soll aber dennoch, theils als solche, theils mit Baumwolle gemengt, versponnen werden[2]. Als Watte und als Polstermaterial wird sie jedoch häufig verwendet.

Die Wolle aller Bombaxarten hat einen stark seidigen Glanz und unterscheidet sich in der Feinheit und leichten Zerreissbar-

---

1) Als Grundlage für die folgende Darstellung diente vornehmlich die Abhandlung: Beiträge zur nähern Kenntniss der Baumwolle und einiger anderer Pflanzenhaare. Wiesn. Mikroskopische Untersuchungen p. 3 ff.

2) Schedel, Waarenlexikon I. p. 60 und Grothe's Artikel über Textilindustrie in: Muspratt's Chemie 2. Aufl V. p. 132.

keit der Fasern selbst von den schwächsten Sorten der Baumwolle, schon ohne jede weitere genaue Untersuchung. Ich kann deshalb Grothe[1]) nicht beistimmen, wenn er erklärt, die Wolle der Wollbäume sei der Baumwolle »sehr ähnlich«.

Die Wolle der Wollbäume ist in der Regel rein, ziemlich frei von Beimengungen. Die Samen der Pflanzen, besonders unreife, kommen manchmal darin vor. An den unreifen Samen, welche stets stark zusammengeschrumpft sind, haften noch viele Haare, und dies ist wohl der Grund, warum gerade sie in den käuflichen Bombaxwollen manchmal vorkommen. Die reifen Samen haben eine glatte Oberfläche und lassen sich deshalb leicht von der Wolle trennen. Die Samen sind von eiförmiger bis bauchig- bohnenförmiger Gestalt, braunschwarzer Farbe und haben Hanfkorn- bis Erbsengrösse.

Die Bombaceenwolle ist nur selten reinweiss; fast immer zieht sie in's Gelbliche oder Bräunliche, manchmal ist sie graubräunlich oder tief bräunlich gefärbt. Die gelbliche bis bräunliche Farbe hat ihren Sitz in der Zellmembran. An graubraunen Wollen habe ich die Beobachtung gemacht, dass die einzelnen Haare von innen her mit zarten Pilzwucherungen bedeckt sind. Aufbewahrung in feuchten Räumen ist die Ursache dieser Bildungen. Die Paina limpa ist oft ziemlich weiss, ebenso Kapok. Hingegen hat eine andere brasilianische Painasorte eine lichtbräunliche (licht havannabraune) und die Ochromawolle eine gelbbraune Farbe (Färbung der Nankingwolle). — Die Farbe ist kein sicheres Unterscheidungsmerkmal für die Bombaxwollen, da keine Sorte völlig frei von Farbstoff ist, und an einzelnen Species Uebergänge von lichtgelb bis fuchsbraun auftreten.

Die Haare aller Bombaxwollen sind fast immer nur einzelne Zellen. Nur sehr selten fand ich diese Haare zweizellig, ein Fall, den ich an Baumwolle nie beobachtet habe. Die Gestalt der Haare ist stets eine kegelförmige. Doch ist der Grund der Haare fast immer entweder etwas eingeschnürt oder ausgebaucht. Nur sehr selten ist die Form des Haares eine genau konische.

Die Länge der Haare dieser Wollen schwankt zwischen 1—3 Centim. Die Mehrzahl der Haare von *Bombax Ceiba* hat eine Länge von 1—1.5, der Haare von *B. malabaricum* und *B. carolinum* von 1—2, der Haare von *B. heptaphyllum* von 2—3 Centim. Die Wolle der zuletzt genannten Pflanze hat also die längsten und auch die verhältnissmässig stärksten Fasern. Sie ist es auch, die unter allen Bombaxwollen zum Verspinnen am tauglichsten befunden wurde, und hierzu auch am häufigsten verwendet werden soll[2]).

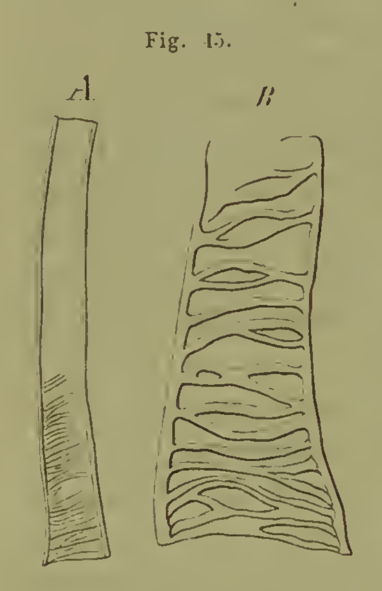
1) Grothe l. c. p. 132.
2) Grothe l. c. p. 132.

Der grösste Durchmesser der einzelnen Haare schwankt zwischen 0.019—0043 Millim., meist jedoch zwischen engeren Grenzen, nämlich zwischen 0.021—0.029 Millim. Die Wanddicke ist eine sehr geringe, meist beträgt sie nur 0.0013 Millim. Im Mittel verhält sich die Wanddicke dieser Haare zum Durchmesser des Innenraums der Zelle wie 1 : 10 (bei der Baumwolle etwa wie 4 : 10) und es lehren schon diese Zahlen, dass Festigkeit und Dauerhaftigkeit der Bombaceenwolle nur sehr gering sein können.

Die Cuticula ist an den Haaren der Bombaxwolle stets stark entwickelt, doch finde ich sie fast immer völlig structurlos. Nur an einzelnen Haaren schien es mir, als zeigte die Cuticula eine überaus feine der Axe parallele Streifung.

Die eigentliche Wand der Haarzelle besitzt an einzelnen Stellen eine sehr klar ausgesprochene Structur, welche es ermöglicht, die Bombaxwolle von verwandten Fasern (Baumwolle, vegetabilischer Seide) auf das Bestimmteste unterscheiden zu können. Betrachtet man nämlich ein Bombaxhaar bei 300facher linearer Vergrösserung, so erkennt man, meist an der Basis, seltener an der Spitze oder an irgend einer anderen Stelle eine ringförmige Streifung, so dass man eine Ringfaserzelle vor sich zu haben meint. Starke Vergrösserungen (z. B. Hartnack Immersionssystem Nr. 11) lehren hingegen, dass die betreffenden Stellen eine netzförmige Verdickung besitzen.

Fig. 15.



Unteres Ende eines Haares aus der Samenwolle eines Wollbaumes.
A Vergr. 250.
B Vergr. 600.

Die unverletzten Haare der Bombaxwollen sind stets gerade gestreckt. Schraubenförmige Windungen, welche an der Baumwolle so überaus häufig vorkommen und ihr ein korkzieherartiges Aussehen geben, kommen hier niemals vor. Wie die ausserordentliche Dünne der Zellwand nicht anders erwarten lässt, sind die Haare der Bombaxwolle häufig verletzt. Fast immer sind solche beschädigte Zellen eingeknickt. Die Bruchlinien stehen immer in zur Axe mehr oder weniger senkrechten Flächen. Längsspalten kommen an den Haaren dieser Wolle wohl nie vor.

Mit schwefelsaurem Anilin behandelt wird die weisse Bombaxwolle kaum merklich gelb gefärbt, woraus sich schliessen lässt, dass die Zellwände dieser Haare nur sehr wenig verholzt sind. Durch Jod und Schwefelsäure werden die Zellwände nicht gebläut (wie Baum-

wolle), sondern gelb oder braun gefärbt Kupferoxydammoniak verändert sie fast gar nicht.

Die angeführten morphologischen und chemischen Kennzeichen genügen, um die Bombaxwolle von allen verwandten Faserstoffen (Baumwolle und vegetabilischer Seide) auf das Bestimmteste zu unterscheiden. Schon durch die Reaction auf Cellulose mit Jod und Schwefelsäure und auf die Holzsubstanz mit schwefelsaurem Anilin, gelingt es, wie ich fand, diese drei aus Haaren bestehenden Faserstoffe zu characterisiren, wie folgendes Schema zeigt.

Durch Jod und Schwefelsäure blau: Baumwolle.

Durch Jod und Schwefelsäure gelbbraun (vgl. oben p. 301)	durch schwefels. Anilin kaum merklich gelb: Bombaxwolle.
	durch schwefels. A. intensiv citrongelb: Vegetabilische Seide.

So leicht nun die Bombaxwolle von allen übrigen Fasern und selbst von den zunächst verwandten zu unterscheiden ist, so wenig wollte es mir gelingen, die Wollen verschiedener Bombaxarten von einander zu unterscheiden. Die geringen Differenzen in der mittleren Wanddicke, welche ich auf Grund zahlreicher Messungen erhielt, sind so unerheblich, dass ich diese Dimensionen nicht als Unterscheidungsmerkmale gelten lassen kann, und deshalb die gefundenen Zahlen hier nicht weiter berücksichtigen will. Auch die Wollhaare von *Eriodendron anfractuosum* vermochte ich nicht, weder makroskopisch noch mikroskopisch von den genannten Bombaxwollen mit Sicherheit zu unterscheiden.

Hingegen fand ich, dass sich die Wolle von *Ochroma lagopus* von den übrigen hier genannten Wollen unterscheiden lässt. Die Haare dieser stets lebhaft braun gefärbten Wollen sind stets einzellig. Ihre Länge beträgt 0.5—1.5 Cent. Die Form der Zellen ist nicht regelmässig conisch, sondern baucht sich bis etwa zur, oder bis hinter die Mitte aus, um gegen die Basis hin sich wieder zu verschmälern. Ein, 1 Cent. langes Haar, zeigt, in gleichen Abständen von einander gemessen, folgende Durchmesser (in Millimetern).

Spitze 0 . . . 0.0197 (0.0029) . . . 0.0275 (0.0029) . . . 0.0334 (0.0078) . . . 0.0354 (0.0068) . . . 0.0295 (0.0029) . . . 0.0236 (0.0023) Basis.

Die in Klammern beigefügten Zahlen geben, ebenfalls in Millimetern, die Wanddicke an jenen Stellen, an welchen die Durchmesser ermittelt wurden. Es lehren diese Zahlen, dass die Wanddicke im Verlaufe der Zelllänge eine verschiedene ist. Das Maximum der Wanddicke zeigt sich etwa in der Mitte der Zelle, fällt jedoch nicht oder doch nur zufällig mit dem grössten Durchmesser der Zelle zu-

sammen. Die grössten Durchmesser schwanken zwischen 0.016—0.035 Millim.; die grössten Wanddicken zwischen 0.005—0.008 Millim. — Es treten an den Haaren der *Ochroma lagopus* ähnliche Structurverhältnisse, wie bei den Wollen der oben genannten Bombax-Arten, aber nie mit jener Deutlichkeit, wie bei diesen auf. Viele Haare erscheinen geradezu structurlos. — Am Grunde jedes Haares tritt eine bräunlich gefärbte, bei Behandlung des Haares mit Wasser schaumig werdende Protoplasmamasse auf. Im Inhalte der Zellen fand ich oft oxalsauren Kalk in sogenannten Briefcouvertformen. Die Zellwand ist stets gelblich bis lichtbräunlich gefärbt. —

Der in der Zellwand der Bombaceenhaare auftretende gelbe oder braune Farbstoff zeigt bei allen von mir untersuchten Arten (Bombax, Eriodendron, Ochroma) das gleiche Verhalten. Weder durch Wasser, noch durch Säuren oder Alkalien, noch durch die Lösungsmittel der Harze lässt sich dieser Farbstoff in Lösung bringen. Salpetersäure ruft in der Zellwand anfänglich eine noch dunklere Farbe hervor. Auch durch Ammoniak wird die Farbe der Zellwand noch dunkler. Durch längere Einwirkung kalter Salpetersäure entfärbt sich unter Aufquellung der Zellwand die Zelle völlig. — Der Farbstoff der Bombaceenwolle verhält sich so wie der Farbstoff der Nanking-Baumwolle (vgl. oben p. 344).

3. Vegetabilische Seide.

Die Samen vieler Pflanzen sind, wie bekannt, mit einem Haarschopf versehen. Die Haare dieses Samenschopfes sind bei einigen Apocyneen und Asclepiadeen so lang und glänzend, dass man vielfach versucht hat, sie zu verspinnen und zu verweben. Man hat diesen Faserstoffen den Namen »vegetabilische Seide (soie végétale oder Soyeuse) gegeben.

Sehr häufig hat man versucht, die sogenannte syrische Seidenpflanze (*Asclepias syriaca L. = A. Cornuti Dcsn.*), die eigentlich aus Nordamerika stammt und häufig in unseren Gärten als Zierpflanze gezogen wird, auf vegetabilische Seide auszubeuten. Die in den 3—5 Zoll langen Balgkapseln enthaltenen Samenhaare wären wohl lang genug, um versponnen werden zu können, der starke Glanz der Haare würde den Geweben auch ein schönes, seidiges Aussehen geben, auch wäre der Ertrag des Bodens an dieser vegetabilischen Seide ein genügender; allein genaue und unparteiische Untersuchungen, welche in neuerer Zeit mit diesem Materiale ausgeführt wurden, haben gelehrt, dass die seit langer Zeit immer wieder auftauchenden Hoffnungen, die man in die Verwendbarkeit dieser Fasern setzte, ganz grundlos sind: die Festigkeit der Faser ist viel zu gering, die Brüchigkeit so gross, dass es

kaum gelingt die Faser für sich zu verspinnen. Mit Baumwolle gemengt versponnen, fällt diese vegetabilische Seide beim ersten Gebrauche oder beim Waschen des Gewebes heraus. Auch zur Bereitung von Schiesswolle lässt sich dieser Faserstoff nicht verwenden, da er zu viel Asche hinterlässt und überhaupt nicht schnell genug abbrennt. — Die Versuche mit diesem Spinnstoffe ziehen sich mehr als ein Jahrhundert hindurch. Obschon die Unbrauchbarkeit dieser Faser schon vor längerer Zeit erwiesen wurde, ist man wieder auf sie zurückgekommen, und es hat den Anschein, als würde die Sache noch immer nicht abgethan sein, da man bei den neuen Experimenten auf die schon gemachten Erfahrungen keine Rücksicht nimmt, und diejenigen, welche die neuen Versuche anstellen, sich gewöhnlich von ihren sanguinischen Hoffnungen nicht trennen können[1].

Von anderen Asclepias-Arten, welche vegetabilische Seide liefern sind zu nennen: *A. curassavica L.* und *A. volubilis L.* beide in Westindien und Südamerika zu Hause. Nach den zahlreichen Proben von Samenhaaren der erstgenannten Pflanze, ferner von daraus angefertigten Gespinnsten und Geweben, welche im Jahre 1867 zur Pariser Ausstellung gesendet wurden, scheint diese Pflanze häufiger als letztere auf vegetabilische Seide ausgenutzt zu werden. — Ich gebe hier blos die Beschreibung der Samenhaare von *A. curassavica*[2]. In Massen dicht beisammenliegend zeigen diese Haare einen deutlichen Stich in's Gelbliche. Der Glanz der »Seide« ist ein starker, die Festigkeit entschieden grösser als bei *Ascl. syriaca*. Die Seide ist nicht völlig rein. Stücke des Kapselgewebes und Samen treten hin und wieder zwischen den Haaren auf. Die Samen sind bräunlich gefärbt, 5—6 Millim. lang, etwa 2 Millim. breit. Auf einer schmalen, scharf abgeschnitten erscheinenden 1.5—2 Millim. breiten Fläche sitzen die Haare, einen dichten Schopf bildend, auf. Nahe dem Grunde sind die Haare stärker als an den übrigen Stellen tingirt. Die Länge der Haare beträgt 1—3, meist 2.5 Centim. Jedes Haar ist wie eine Baumwollfaser eine einzige

---

1) Eine sehr interessante Schrift über die Seidenhaare der *Asclepias syriaca* schrieb H. Meitzen (Ueber die Fasern von *Asc. Corn.* — Jnauguraldissertation. Göttingen 1862). Sie enthält eine gründliche Darlegung der Werthlosigkeit, und eine recht anziehende Darstellung der Geschichte dieses sogenannten Spinnstoffes. S. ferner hierüber: Böhmer l. c. p. 582 und Kaufmann, Ueber die Faser von *Asclepias Cornuti*. Zeitschrift der Moskauer landwirthschaftl. Gesellschaft. 1865.

2) Die vegetabilische Seide von *Asclepias volubilis* lässt sich äusserlich von jener der *A. curassavica* nicht unterscheiden. Einen genauen mikroskopischen Vergleich beider Samenhaare habe ich nicht angestellt; doch scheint es mir als würde eine sichere Unterscheidung beider nicht durchführbar sein.

Zelle. Die Form dieser Zelle ist regelmässig kegelförmig und unterscheidet sich schon hierin und dadurch, dass sie nie korkzieherartig gedreht ist, sehr auffällig von der Baumwolle. Der Maximaldurchmesser der Zellen beträgt 0.020—0.044 Millim., die mittlere Wanddicke 0.0045 Millim. Es scheint oft, als würde die Wanddicke zwischen sehr weiten Grenzen variiren, häufig sehr beträchtlich sein, und oft mehr als ein Drittel des Zelldurchmessers betragen. Es ist dies jedoch stets darauf zurückzuführen, dass die Zellmembranen häufig der Länge nach stark beschädigt sind, und zwar in der Weise, dass die Zelle von ebenen Streifen begrenzt wird, die dann im Mikroskope den Eindruck des optischen Durchschnittes der Zellwand hervorrufen. Während sich aber die Zellwand scharf doppelt contourirt darstellt, geben diese Streifen stets nur ein blos an einer Seite scharf contourirtes Bild.

Die vegetabilische Seide von *Calotropis gigantea R. Br.* = *Asclepias argentea Noran.*, einer in Indien, am Senegal und auf den Molukken vorkommenden Asclepiadee, unterscheidet sich äusserlich von der »Seide« der *A. curassavica* blos durch eine stärkere gelbliche Färbung, die auch hier am Grunde der Haare am stärksten hervortritt. Die Samen der Pflanze sind in einer ähnlichen Weise, wie bei *A. curassavica* angeführt wurde, geformt, nur ist das die Haare tragende Flächenstück relativ viel breiter und nimmt fast die ganze obere Fläche des Samens ein. Die Haare sind einzellig, regelmässig kegelförmig, bis auf den Grund gerade gestreckt, 2—3 Cent. meist nahezu 3 Cent. lang. Das unterste Ende des Haares, von der Basis etwa 2—3 Millim. aufwärts ist halbbogenförmig gekrümmt und nach dem Grunde zu merklich verschmälert. Der maximale Durchmesser der Haare beträgt 0.012—0.042, meist nahezu 0.038 Millim. Die Wanddicke schwankt zwischen 0.0014—0.0042 Millim. Selbst an einer und derselben Faser ist die Wanddicke, und wie es scheint, ziemlich regellos, variabel. Auch bei dieser Faser kommen, wie bei den früher betrachteten, mechanische Verletzungen vor, welche bei flüchtiger Betrachtung unterm Mikroskop den Eindruck hervorrufen, als wäre die Faser stellenweise ausserordentlich stark verdickt.

Auch eine nicht näher bekannte Species von *Marsdenia* liefert in Indien eine Art vegetabilische Seide. Die Haare stehen am breiten, gewölbten Ende des Samens dicht gedrängt, in strahlenförmiger Anordnung nebeneinander. Die Samenhaare sind auch an dieser Pflanze einzellig. Jede Zelle ist völlig gerade gestreckt und regelmässig kegelförmig. Die mittlere Länge der 1—2.5 Cent. langen Haare beträgt 2 Centim., der maximale Durchmesser der einzelnen Haare 0.019—0.033 Millim. und die mittlere Wanddicke 0.0025 Millim. Die vege-

tabilische Seide der *Marsdenia* ist stark glänzend und nur eben merklich gelb gefärbt.

Senegal liefert eine eigenthümliche vegetabilische Seide, welche von einer mir nicht bekannten Species von *Strophanthus*, einer Pflanze aus der Familie der Apocyneen, herrührt. Die nicht sehr stark glänzenden Samenhaare sind an dieser Pflanze an einem fadenförmigen 1—2 Centim. langen Träger in der Weise angeordnet, dass sie letzteren rundum dicht bedecken und unter gleichem Winkel (von etwa 45°) abstehen. Die einzelnen Haare sind bis auf den stets eigenthümlich gekrümmten untersten Theil ziemlich gerade gestreckt und kegelförmig gestaltet. Jedes Haar legt sich, durch eine Strecke von etwa einem Millim. dicht an den Träger an, biegt dann im nach oben convexen Bogen von diesem ab und streckt sich dann erst unter dem genannten Winkel gegen die Axe des Samenträgers gerade. Gegen den Grund hin baucht sich das Haar deutlich auf, um aber am untersten Grunde sich wieder bedeutend zu verschmälern. Die Länge des Haares steigt bis auf 5.6 Centim. Die maximalen Durchmesser der einzelnen Haare schwanken zwischen 0 049—0.092 Millim. Die Wanddicke ist grösser als bei den beiden schon beschriebenen Haaren und steigt gegen den Grund zu bis auf 0.0059 Millim. Die beiden früher abgehandelten Samenhaare lassen keinerlei Structurverhältnisse erkennen. Die Haare von *Strophanthus* zeigen hingegen am Grunde grosse Poren in der Zellwand. Die Samenhaare dieser Pflanze sind fast ganz wohlerhalten, der Grund hierfür liegt in der grösseren Festigkeit, welche wieder durch die relativ starke Verdickung der Wand bedingt wird. Die Ursache, weshalb die Samenhaare von *Strophanthus* nicht so häufig als jene von *Asclepias* und *Calotropis* verwendet werden, scheint wohl hauptsächlich darin zu liegen, dass die Abtrennung der Haare vom Samenträger nicht so leicht als bei den Asclepiadeen gelingt. Die *Strophanthus*-Seide ist etwas röthlichgelb gefärbt.

Fig. 46.



Vergr. 300. Untere Enden der Samenhaare von *Strophanthus sp.*

Die beste vegetabilische Seide, die bis jetzt bekannt geworden ist, die aber merkwürdigerweise gerade am allerwenigsten verwendet wird, besteht aus den Samenhaaren der *Beaumontia grandiflora Wallich*, einer in Indien häufig vorkommenden Apocynee. Die vegetabilische Seide dieser Pflanze glänzt nicht nur stärker als die der drei früher

besprochenen Gewächse, sie ist nicht nur fast reinweiss, während die übrigen stets einen mehr oder weniger starken Stich in's Gelbe haben, sondern sie hat eine Festigkeit, welche für vegetabilische Seide geradezu beispiellos ist. Die Festigkeit dieser Samenhaare steht gegen Baumwollenfasern mittlerer Festigkeit kaum zurück. Auch ist zu bemerken, dass die Samenhaare der *Beaumontien* sich sehr leicht von den Samen abtrennen lassen. Die Haare stehen an den Samen dieser Pflanzen auf einer schwach gewölbten, im Umrisse sphärisch-dreieckigen Fläche, und zwar am Rande dieser Fläche dichtgedrängt nebeneinander. Vom Grunde aus erheben sich die Samenhaare in der Fläche eines umgekehrten Kegelmantels, also ziemlich geradlinig. Noch unterhalb der Mitte krümmt sich jedes Haar etwa halbkreisförmig nach abwärts, so dass die Haargruppe, welche von einem Samen entspringt, am unteren Ende die Form eines Kegelmantels, am oberen Ende die Gestalt einer Kugelzoone annimmt. Jedes Haar ist also stark und continuirlich gekrümmt. Die einzelnen Haare sind 3—4.5 Cent. lang, halten 0.033—0.050 Millim. im maximalen Durchmesser und besitzen eine mittlere Wanddicke von 0.0039 Millim. Jedes Haar ist an seiner Basis stark ausgebaucht, viel stärker als ein *Strophanthus*-Haar. Die Ausbauchung an dieser Stelle ist eine so grosse, dass man sie als eine blasenförmige Auftreibung bezeichnen kann. — Die Festigkeit der *Beaumontia*-Haare zeigt sich unter anderm auch darin, dass diese Haare völlig wohl erhalten sind, weder eingeknickt, noch der Länge nach zerdrückt, ähnlich so wie bei den Samenhaaren von *Strophanthus*, und schon hierdurch unterscheiden sich die Samenhaare der beiden zuletzt genannten Pflanzen auf das Vortheilhafteste von jenen der *Asclepias curassavica* und der *Calotropis gigantea*.

Im chemischen Verhalten lassen sämmtliche Sorten von vegetabilischer Seide eine ziemliche Uebereinstimmung erkennen. Durch Jod und Schwefelsäure werden sie nicht gebläut, sondern gelb bis bräunlich, selten grünlich oder blaugrün gefärbt. Frisch bereitetes Kupferoxydammoniak, welches Baumwolle rasch in Lösung bringt, ruft bis auf eine schwache Bläuung an diesen Fasern keinerlei Veränderungen hervor. Durch schwefelsaures Anilin werden alle Arten von vegetabilischer Seide intensiv citrongelb gefärbt. Vergleicht man die mit diesem Reagens behandelten Sorten von vegetabilischer Seide unter einander, so ergiebt sich, dass die von *Beaumontia* herrührende Sorte verhältnissmässig am wenigsten stark gefärbt wird, eine jedenfalls zu Gunsten der Festigkeit dieser Samenhaare sprechende Reaction.

Die vegetabilische Seide von *Asclepias* und *Calotropis* wird »soie végétale de fafetone«, die von *Strophanthus* »s. v. de Thiock« genannt. Die vegetabilische Seide dient zur Herstellung von Gespinnsten und

Geweben, sie wird entweder als solche oder mit Baumwolle gemengt versponnen[1]. Es scheint, dass die Verwendung dieser Faserstoffe in der Textilindustrie bis jetzt nur eine sehr beschränkte ist. Häufiger wird jetzt die vegetabilische Seide zur Verfertigung künstlicher Blumen und als Watte und Polstermaterial verwendet. Alle Sorten von vegetabilischer Seide lassen sich gut färben.

Bastfasern dicotyler Pflanzen.

4. Flachs.

Der Flachs ist die Bastfaser des Leins. Die Gattung Lein, Linum, zerfällt in zahlreiche Species, von denen jedoch nur wenige zur Abscheidung einer Gespinnstfaser tauglich sind. Für den alten Continent hat blos eine einzige Species Wichtigkeit, nämlich *Linum usitatissimum L.* — *Linum sativum L.*, *L. bienne Mill.* (= *L. africanum L.*), *L. humile Mill.*, von denen namentlich die erstere und die letztere ausserordentlich häufig gebaut werden, sind zweifelsohne nur Formen von *L. usitatissimum*, und zwar ist *L. sativum L.*, der Schliesslein, dessen Kapseln bei der Samenreife geschlossen bleiben, als *L. usit. var. vulgare Bönningh.*; *L. humile Mill.* der Springlein, dessen Kapseln sich bei der Samenreife öffnen, als *L. usit. var. crepitans Bönningh.* beschrieben worden. In manchen Gegenden baut man die durch Höhe ausgezeichnete Form des gemeinen Leins: *L. us. regale*, den Königslein.

Von den übrigen Arten des Leins, die sich zur Flachsgewinnung eignen, wird auf dem alten Continent nur verhältnissmässig wenig gebaut. *Linum perenne L.* und *L. angustifolium Huds.* deren Samen und Fasern schon bei den Phahlbauern Verwendung fanden[2], scheinen auch jetzt noch gebaut zu werden. Erstere im mittleren und südlichen Europa, ferner im mittleren Asien vorkommend, giebt im Vergleiche mit gewöhnlichem Flachs eine grobe, harte Faser, welche sich auch nur verhältnissmässig schwer abscheiden lässt[3]; letztere, im südlichen Europa bis Krain, im westlichen Frankreich, ferner in West- und Südengland vorkommende Pflanze liefert eine gute Faser. Die vortrefflichen Flachssorten von Neusüdwales und Tasmanien sollen von *Linum angustifolium* herrühren[4]. Ich halte diese Angabe jedoch nicht für begründet, da es sehr wohl bekannt ist, dass die australischen Colonisten grosse Quantitäten von Rigaer Leinsaat beziehen, und ferner alle australischen Saatproben, welche im Jahre 1867 in Paris ausgestellt waren von *Linum usitatissimum* herrührten. In Südeuropa sollen *Linum maritimum L.* und

1) Cat. des col. fr. p. 94 ff. und Grothe l. c. p. 134.

2) Heer, Verhandlung der Schweizer naturf. Gesellschaft. 1864. p. 77.

3) Royle l. c. p. 143.

4) Offic. österr. Bericht über die Londoner Ausstellung im Jahre 1862 p. 156.

L. austriacum L. noch gebaut werden[1]; wenn dies der Fall ist, so ist die Menge gewiss nur eine geringe, da ja die italienischen Flachsbauer, wie bekannt, ihr Saatgut aus Russland beziehen. In Nordamerika wird die von *L. usitatissimum* specifisch verschiedene *L. Lewisii Pursh.* neben gewöhnlichem Flachs gebaut[2].

Dass der Flachs die älteste bekannte Spinnfaser ist, wurde durch die Untersuchungen von Bauer, Thomson und Unger[3] dargethan.

Ueber die Heimath des Flachses (*Linum usitatissimum*) herrscht, wie über die Herkunft fast aller, seit Alters her verwendeter Culturgewächse keine Gewissheit. Das Vorkommen von wildem *Linum usitatissimum* in Mingrelien hat zur Annahme geführt, dass diese Pflanze kaukasischen Ursprungs ist. Aber der Anbau des Flachses in einigen chinesischen Provinzen schliesst nicht aus, ihre Heimath in Ostasien zu suchen.

Die Cultur des Leins als Gespinnstpflanze erfordert viele Sorgfalt, und zum grossen Theile hängt die Güte des Flachses hiervon ab. Da der Lein aus wärmeren Gegenden viel Samen, aber wenig und schlechten Bast liefert, hingegen der in nördlichen Gegenden gebaute sich umgekehrt verhält, und die Erfahrung auch gelehrt hat, dass die aus einem bestimmten Saatgut hervorgehenden nächsten Generationen den Mutterpflanzen sich ähnlich verhalten[4], so wird es erklärlich, warum die russischen Ostseeprovinzen fast die ganze flachsbauende Welt mit Saatgut versehen. Von Riga und Libau gehen alljährlich ungeheure Quantitäten von Saatlein nach dem mittleren und wärmeren Europa, selbst nach Nord- und Südamerika (Brasilien) und nach Australien. Es ist aber auch wohl nicht einzusehen, warum gerade nur die russischen Ostseeprovinzen auserlesen sein sollen, die einzige Quelle der Leinsaat zu sein. Einige flachsbauende Länder (Sachsen, Tyrol u. s. w.) sind in neuerer Zeit bestrebt, sich selbst ihr Saatgut zu erzeugen. Auch wird in vielen flachsbauenden Ländern nicht alljährlich der Leinsamen aus Russland bezogen, so z. B. in Italien, wo man nur von drei zu drei Jahren originalen Rigalein säet, in der Zwischenzeit aber die selbsterzeugten Samen aussäet[5]. Der Lein wird entweder als Frühlein, oder als Spätlein gebaut. Ersterer gilt als besser, wie letzterer. Die ausgezeichneten belgischen Flachse stammen durchweg von Frühlein[6]. — In einigen Ländern ist es üblich, die

1) Wird oft angeführt. S. z. B. in Leunis' Synopsis II. p. 524.

2) Pursh, Flora Amer. septentr. I. p. 210. Nach Pursh dürfte *Lin. usit.* auch in Nordamerika einheimisch sein.

3) S. Ausland 1847 und Unger, Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. 1859 p. 66.

4) Haberlandt, Ueber den Samenwechsel. Wien 1864.

5) Finaly, Offic. österr. Ausstellungsbericht über die Pariser Ausstellung 1867. Bd. V. p. 331 ff.

6) Finaly l. c. p. 333.

Flachspflanzen zu zwingen, durch Reisig, mit denen man das Feld belegt, oder zwischen Schnüren, die nach zwei auf einander senkrechten Richtungen über den Acker gespannt sind, durchzuwachsen, wodurch man hohe, zarte Pflanzen erhält, die langen, feinen Flachs liefern. In Frankreich erhält man auf diese Weise den »lin ramé«. In Holland ist diese Procedur unter dem Namen »Ländern« bekannt.

In manchen Ländern wird die Flachspflanze nur der Samen wegen gebaut, und das Flachsstroh nur als Brennmaterial verwendet; so in der europäischen und asiatischen Türkei und in Siebenbürgen. In den leinbauenden Districten dieser Länder ist die Leibwäsche der Bewohner aus Hanf gewebt und scheint man dort oft gar nicht zu wissen, dass die Flachspflanze auch eine spinnbare Faser liefert[1].

Flachs wird als Gespinnstpflanze vorzugsweise in Europa gebaut. Aber auch Aegypten liefert viel Flachs, der auch der europäischen Industrie zugute kommt. Auch in Algier, in den kälteren, höher gelegenen Gegenden Ostindiens, wo die Baumwolle nicht gedeiht, in Nordamerika, Brasilien und Australien wird in neuerer Zeit Flachsbau betrieben[2]. — Von europäischen Flachs bauenden Ländern ist in erster Linie Belgien zu nennen, woselbst nicht nur die schönsten Flachssorten, sondern auch verhältnissmässig die grösste Menge dieses Spinnstoffes erzeugt wird. Nach Finaly nimmt die Leincultur in diesem Lande so viel Bodenfläche für sich in Anspruch, als alle übrigen Culturgewächse zusammengenommen, und beträgt seit den sechziger Jahren die jährlich producirte Flachsmenge daselbst etwa 25 Millionen Kilogrm. Grosse Mengen von Flachs liefert das nördliche, europäische Russland, ferner Irland, Holland, Preussen, Thüringen, Schlesien, Oesterreich (Böhmen, österr. Schlesien, Kärnthen, Tyrol), Frankreich und Italien.

Die Flachspflanze wird gewöhnlich vor der Samenreife geerntet, wenn der Grund der Stengel gelb zu werden beginnt. Die in diesem Reifungsstadium erhaltenen Samen sind wohl zur Oelgewinnung. nicht aber zur Aussaat verwendbar. Um Saatgut zu erhalten, muss die völlige Reife des Samens abgewartet werden.

Die aus dem Boden gezogenen Flachspflanzen werden durch Eisenkämme durchgezogen (geriffelt), wobei die Seitenäste, die Blätter und Kapseln abfallen. Man erhält so das Flachsstroh. In neuerer Zeit erfolgt das Riffeln auch maschinenmässig auf Walzwerken, wobei die abfallenden Samen gleich enthülst werden[3]. Die nächste

---

1) Finaly l. c. p. 333.
2) A. du Mesnil, Manuel du cultivateur de lin en Algérie. Paris 1866.
3) Bolley, Technologie der Spinnfasern p. 8.

Procedur, welche nun behufs Abscheidung der Faser vorgenommen wird, ist die Röste, welche nicht nur den Zweck hat, das Bastgewebe von der Oberhaut und dem Holzkörper des Stammes zu trennen, sondern auch die natürlichen Bastbündel in feinere Fasern zu spalten. Letzteres gelingt nicht nur bei verschiedenen Sorten, sondern auch bei verschiedenen Röstverfahren verschieden gut, und hauptsächlich auf den Grad des beim Rösten erzielten Zerfalles des Bastes in feinere Bastbündel oder sogar in die Elementarbestandtheile dieses Gewebes beruht die Unterscheidung des Flachses in groben, mittleren und feinen.

Die Röste des Flachses, ein rein technologischer Gegenstand, kann hier nicht im Detail erörtert werden. Ich muss mich, dem Plane dieses Buches entsprechend, damit begnügen, das Principielle dieses Processes vom chemischen, besonders aber vom pflanzenanatomischen Standpuncte aus darzulegen.

Man unterscheidet Thau-, Kaltwasser-, Warmwasser-, Dampf- und gemischte Röste. Bei der Thauröste legt man das Flachsstroh auf Stoppelfeldern oder auf Rasenplätzen aus, und überlässt es der Einwirkung des Thaues, des Regens und der Atmosphäre. Starke Niederschläge befördern die Röste, trockene, sonnige Tage ziehen sie in die Länge, so dass sie, je nach der Witterung drei bis acht Wochen währt. Diese Abhängigkeit von der Witterung, die viele Arbeit, welche das häufig nothwendig werdende Umlegen der Leinstengel erheischt, bilden die Schattenseite dieses Verfahrens. Aber bei gut geleiteter Arbeit ist das erzielte Product ein vorzügliches. Auch ist die Thauröste nicht gesundheitsschädlich, wie einige der nachfolgenden Röstmethoden.

Die Kaltwasserröste wird am rationellsten in Belgien betrieben (System Courtrai)[1]. Schlechtere Sorten von Flachsstroh werden sofort in Arbeit genommen, bessere lässt man bis zum Sommer des nächsten Jahres liegen, wodurch die Qualität der aus letzteren erzeugten Flachssorten nur verbessert werden soll. Die Flachsstengel werden in Bündel zusammengefasst, welche mit Strohseilen umwickelt dicht und aufrecht in aus Holzlatten zusammengefügte Kasten gestellt werden, die man, mit Brettern belegt und mit Steinen beschwert, in langsam fliessendes Wasser so hineinstellt, dass sich der Wasserspiegel einige Centimeter über den oberen Enden der Flachsstengel befindet. Wenn sich die Baststreifen, 30—50 Centim. lang, vom Holzkörper leicht loslösen lassen, ist die Operation als beendet zu betrachten. Je nach der Temperatur dauert der Process sechs bis

[1] Bolley l. c. p. 9 ff.

zwanzig Tage. Man erhält hierdurch blonden Flachs. Bedeckt man die Flachsstengel während der Röste mit Schlamm oder Laub, was in einigen Gegenden Belgiens üblich ist, so erhält der Flachs eine stahlgraue Färbung und wird höchst geschmeidig. Die Kaltwasserröste ist, der hierbei sich reichlich entwickelnden Fäulnissgase wegen, für die Umgebung gesundheitsschädlich und zwar in einem desto höheren Grade, je rascher der Process verläuft, was besonders beim Rösten in stagnirendem Wasser der Eall ist.

Bei der Warmwasserröste werden die Stengel in Bündel zusammengebunden in mit kaltem Wassergefüllte Holzbottiche eingetaucht und durch Zuströmen von Dampf die Temperatur des Wassers auf 27—35° C. erhöht. In 60—72 Stunden ist der Process beendet. Es tritt hierbei Gasentwickelung ein; an der Oberfläche der Flüssigkeit entsteht eine Schaumdecke, es stellt sich eine stark saure Reaction der Flüssigkeit ein. Die anfänglich weissliche Schaumdecke nimmt eine dunkle Farbe an und verschwindet bei Beendigung des Processes völlig.

Die gemischte Röste beginnt mit einer Kaltwasserröste, an die sich eine Thauröste anschliesst; erstere dauert einige Tage, letztere zwei bis drei Wochen.

Auch eine Dampfröste ist auf das Flachsstroh angewendet worden (Watt'sches Verfahren) das jedoch trotz der Kürze des Verfahrens (12—18 Stunden) keine Vortheile bringt. Neuestens versucht man den Flachs ohne alle Röste zu erhalten, ein Verfahren, über welches unten beim Hanf kurz berichtet werden soll.

Das Rösten des Flachses kann entschieden nur darin bestehen, dass die Intercellularsubstanz im Bastgewebe theilweise, jenen Antheil der Intercellularsubstanz hingegen, welcher das Bastgewebe mit den nach aussen und innen sich anschliessenden Geweben verbindet, gänzlich zu lösen; denn nur dadurch kann der Bast von diesen Geweben isolirt und zudem in kleinere Bündel oder theilweise in Bastzellen zerlegt werden. Die Intercellularsubstanz des Bastgewebes der Leinstengel ist in Wasser unlöslich. In einer einfachen Auflösung dieses Körpers kann somit das Wesen der Röste nicht bestehen. Da nun, wie man sich leicht überzeugen kann, die genannte Intercellularsubstanz in einer Reihe von Reagentien sich löst, so z. B. in Kalilauge, Chromsäure u. s. w., so wird der Gedanke nahe gelegt, dass derartige, die Intercellularsubstanz lösende Körper, aus den in den Geweben der Leinstengel enthaltenen chemischen Individuen, direct oder indirect gebildet werden. Versuche, die ich im Kleinen anstellte, machen es sehr wahrscheinlich, dass letzteres der Fall ist. Man sieht nämlich bei solchen Versuchen eine Unmasse von mikroskopischen Fermentorganismen hefeartiger und bacterienartiger Natur oder aber in Gestalt von Pilzmycelien entstehen, die ent-

schieden aus atmosphärischen Keimen entstehen und sich zweifelsohne auf Kosten der in den Flachstengeln vorkommenden Substanzen (Eiweiss, Zucker u. s. w.) entwickeln. Durch die Organisationsvorgänge dieser Gebilde entstehen gewiss eine Reihe von den Producten der bekannten Gährungen vergleichbaren oder mit ihm übereinstimmenden Substanzen, und diese mögen es sein, welche die Auflösung der Intercellularsubstanz bedingen. Es ist dies um so wahrscheinlicher, als man auch im gerösteten Flachse, wie unten mitgetheilt werden wird, oft derartige Organismen auftreten sieht. Genauere mit Zuhülfenahme des Mikroskops durchgeführte Studien über die Flachsröste sind, so wichtig auch dieser Gegenstand wäre, bis jetzt nicht ausgeführt worden; deshalb läuft alles was hierüber ausgesagt wird auf blosse Vermuthungen hinaus. — Nach den Untersuchungen von J. Kolb[1]) wäre die Flachsröste nichts anderes als eine Pectingährung. Die Intercellularsubstanz, nämlich jene Körper, die Kolb als die »gummiartige Substanz des Flachsbastes« bezeichnet, die nach dem Rösten in Form von dünnen bernsteinartigen Schuppen die geröstete Faser bedecken und beim Hecheln abfallen soll, wäre dann ein unlöslicher, durch das Röstverfahren löslich gemachter Pectinkörper, was jedoch erst genauere Untersuchungen feststellen müssen.

Die Art der Röste übt einen merklichen Einfluss auf den chemischen Character des Productes aus. So besteht beispielsweise nach Hodges[2]) ein durch belgische Kaltwasserröste erhaltener Flachs aus 82.5 Proc. Cellulose, 7.6 Proc. Zucker, Gummi und Pectinsubstanzen; während ein durch die Warmwasserröste erzielter Flachs 88—89 Proc. Cellulose, und blos 1—2 Proc. Zucker enthält.

Um aus dem gerösteten Flachsstroh die Faser zu erhalten, muss eine Reihe von mechanischen Arbeiten durchgeführt werden, welche als Klopfen, Brechen, Schwingen und Hecheln bezeichnet werden, die im Kleinbetriebe mit ziemlich primitiven Vorrichtungen, in den vorgeschrittenen flachserzeugenden Ländern im grossen Massstabe mit Maschinen vorgenommen werden. Die Mechanik der hierzu dienlichen Vorrichtungen und Maschinen und die Wirkungsweise derselben gehört in das Gebiet der mechanischen Technologie und passt nicht in den Rahmen dieses Buches. Es sei hierüber nur folgendes kurz erwähnt. Das Klopfen des Flachsstrohs besteht in einer mechanischen Bearbeitung des Flachsstrohs durch Schlägel, Keulen oder Stampfen und hat den Zweck die spröden Theile (Oberhaut und Holztheil des Gefässbündels) des Flachstrohs zu lockern und die Ablösung des zähen Bastes von den Nachbargeweben, so weit

---

1) Compt. rend. LXVI. p. 1024.

2) Chemical Gazette. Dez. 1854.

dies nicht schon durch die Röste geschehen ist, zu vollenden; durch das Brechen werden die spröden Theile des Strohs vielfach zerknittert und zerbrochen, und die holzige Masse vom zähen Baste grösstentheils befreit. Das Schwingen entfernt etwas vollständiger die spröden zerbrochen Gewebe und beseitigt auch die ganz kurzen Flachsfasern. Durch das Hecheln endlich wird der rohe Flachs gekämmt, die langen Fasern parallel zu einander gelegt (Reinflachs), die kurzen Fasern ausgeschieden (Werg). Je nach der Güte der Flachspflanze, der Art der Röstmethode und den mehr oder minder zweckmässigen weiteren mechanischen Bearbeitungen des Flachsstrohs erhält man 8—20 Proc. Reinflachs. Der höchste Ertrag von Reinflachs soll durch die Warmwasserröste und durch die hierauf folgende Bearbeitung auf Brech- und Hechelmaschine erzielt werden.

Eigenschaften der Flachsfasern. Die Länge der Flachsfasern beträgt etwa 0.2—1.4 Meter. Je länger bei gleicher Feinheit die Faser ist, als desto besser gilt sie. Es ist leicht einzusehen, dass nicht gerade die längsten Flachse die besten sein müssen, da mit der Zunahme der Feinheit, d. i. mit der Abnahme der Dicke der Faser, auch begreiflicherweise die Länge mehr oder minder abnehmen muss. Sehr feine Flachssorten, bei deren Röstung stets eine weitgehende Zerlegung der natürlichen Bastbänder erfolgte, sind niemals sehr lang. Auch die Breite der Fasern ist eine höchst variable. Sie hängt von der grösseren und geringeren Vollständigkeit der Zerlegung des Bastes in kleinere Bastbündel durch das Röstverfahren ab. Selbst die Fasern der besten feinsten belgischen Flachse bestehen noch aus ganzen Gruppen von Bastzellen, und nur selten begegnet man darunter gänzlich isolirten Bastzellen. Die Breite der gehechelten Flachsfasern variirt nach meinen Beobachtungen zwischen 0.045—0.620 Millim.

Ich lasse hier einige meiner Beobachtungen über die Länge und Breite der Fasern von gebrochenen und gehechelten, nach verschiedenen Methoden erhaltenen Flachssorten folgen.

Flachsorte.	Mittlere Länge d. Faser d. gebrochenen Flachses.	Mittlere Länge d. Faser d. Reinflachses.	Mittlere Breite der Faser des Reinflachses.
1) Aegyptischer Flachs.	1.32 Met.	0.96 Met.	0.225 Millim.
2) Westphälischer Flachs. Wasserröste; auf Kasclowsky'scher Maschine verarbeitet.	0.82 Met.	0.75 Met.	0.114 Millim.

Flachssorte.	Mittlere Länge d. Faser d. gebrochenen Flachses.	Mittlere Länge d. Faser d. Reinflachses.	Mittlere Breite der Faser des Reinflachses.
3) Belgischer Flachs. Wasserröste; auf Felhoen'scher Maschine verarbeitet.	0.79 Met.	0.32 Met.	0.165 Millim.
4) Belgischer Flachs. Kaltwasserröste im Flusse Lys, auf gewöhnlicher belgischer Schwingmaschine verarbeitet.	0.75 Met.	0.37 Met.	0.105 Millim.
5) Belgischer Flachs. Nach Léfebure's Methode gewonnen.	—	0.45 Met.	0.108 Millim.
6) Belgischer Flachs. Wasserröste auf Colyer's Maschine gebrochen.	0.68 Met.	0.34 Met.	0.090 Millim.
7) Ostflandrischer blaugerösteter Wasserflachs.	0.58 Met.	0.41 Met.	0.202 Millim.
8) Preussisch-Schlesischer Flachs. Thauröste. Auf Warneck's Maschine verarbeitet.	0.54 Met.	0.28 Met.	0.119 Millim.

Die Farbe der besten Flachssorten ist eine lichtblonde. Nach Léfebure's Methode erhaltener Flachs ist ganz lichtblond, beinahe weiss. Die durch Thauröste gewonnenen Sorten sind grau. Unvollständig geröstete Sorten zeigen eine etwas grünliche Färbung, indem das in den Geweben enthaltene Chlorophyll nicht völlig zerstört wurde. Eigenthümlich ist die Earbe des unter Mitwirkung von Schlamm durch Kaltwasserröste in Belgien erhaltenen Flachses, welcher stahlgrau gefärbt ist. Die Farbe des ägyptischen Flachses ist graugelb, mit einem Stich in's Röthliche. — Die blonde oder weissliche Farbe ist den Bastzellen des Flachses eigenthümlich. Stark gelb gefärbte rohe Flachse enthalten noch viel von den dem Baste aussen anhaftenden Parenchymzellen. Untersucht man die grauen, durch Thauröste erhaltenen Flachssorten mikroskopisch, so findet man, dass die Bastzellen glasartig durchsichtig und farblos sind, dass hingegen die anhängenden Nachbargewebe, vorwiegend Parenchym, aber auch kleine Oberhautreste, stark mit Pilzsporen durchsetzt, und von meist dunkel olivenbraun gefärbten Pilzmycelien durchzogen sind. Diese Pilzvegetationen

entstanden entschieden bei der Röste und es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass sie den Process der Isolirung des Bastes sehr beförderten, indem die von ihnen durchsetzten Gewebe stark demolirt wurden. Ich darf nicht unerwähnt lassen, dass ich in einigen wenigen Bastzellen eines solchen grauen Flachses auch eingedrungene Pilzmycelien gesehen habe. Es ist immerhin möglich, dass bei Thauröste ein Theil der Bastzellen durch Pilze zerstört wird. Auch möchte ich noch betonen, dass durch Thau- und Wasserröste erhaltene Flachse ausser den genannten Pilzsporen und Pilzmycelien noch andere Fermentorganismen, Vibrionen, Bacterien, hefeartige Zellen u. s. w. führen, über deren Rolle beim Röstprocess nichts bekannt ist, und dass es, weil diese Organismen höchstwahrscheinlich im hohen Grade beim Vorgange der Röstung betheiligt sind, sehr wünschenswerth erscheint, dass über diesen Gegenstand eingehende und gründliche Untersuchungen angestellt werden.

Glanz. Die besten, sowohl grauen als blonden Flachse sind stark seidenglänzend. Besonders sind die italienischen Flachssorten durch hohen Glanz ausgezeichnet. Starker Glanz wird als ein Zeichen der Güte angesehen, und mit Recht; denn alle jene Flachssorten, welche von den anhaftenden Geweben befreit sind, und aus möglichst gut isolirten Bastzellen bestehen, deren Wände stets aussen glatt sind, zeigen einen lebhaften Glanz. Alle mattglänzenden oder gar glanzlosen Sorten (z. B. der ägyptische) enthalten doch noch Reste von parenchymatischen Nachbargeweben, auch sind ihre Bastzellen nur stellenweise aussen von glatten Flächen begrenzt, sehr häufig sind sie aussen mit einer feinkörnigen Masse — höchstwahrscheinlich ein Rest der Intercellularsubstanz — bedeckt.

Lufttrocken enthält der Flachs 5.70—7.22 Proc. Wasser; in mit Wasserdampf gesättigtem Raume steigt der Wassergehalt bis auf 13.9—23.36 Proc. Die völlig getrocknete Faser giebt 1.18—5.93 Proc. krystallfreie Asche. Die oberen Grenzwerthe für Wasser- und Aschenmenge beziehen sich durchwegs auf den ägyptischen Flachs.

Mit Jod und Schwefelsäure behandelt, färben sich alle Flachsfasern blau. Kupferoxydammoniak bläut die Faser zuerst, und bringt sie hierauf in Lösung. Schwefelsaures Anilin färbt die Faser als solche nicht. — Die schlecht gerösteten und gehechelten Flachssorten enthalten stets noch etwas Oberhaut-, Parenchym-, und Holzgewebe der Leinpflanze. Diese Gewebe kann man durch die drei angeführten Reagentien stets leicht ersichtlich machen. Diese Gewebe werden durch Jod und Schwefelsäure nicht gebläut, sondern gelb bis braun gefärbt, durch Kupferoxydammoniak entweder gar nicht angegriffen, oder nur zur schwachen Quellung gebracht; schwefelsaures Anilin färbt

sie hingegen, besonders die vom Holzgewebe herrührenden Antheile, gelb. Flachssorten, welche diese Gewebsantheile und selbst nur in geringer Menge enthalten, nehmen durch schwefelsaures Anilin für das unbewaffnete Auge eine gelbliche Farbe an.

Handelssorten des Flachses. Die Zahl derselben ist eine sehr grosse. Es sollen hier nur die wichtigeren Sorten genannt werden. Auf eine genaue Characteristik muss wohl verzichtet werden, da nur sehr wenige Sorten bestimmte Eigenthümlichkeiten darbieten.

Zu den besten Flachssorten ist der irländische und belgische zu rechnen, denen sich in neuerer Zeit der italienische zugesellt hat. Der irländische ist ausserordentlich fein, weich im Anfühlen, dennoch fest. Die Farbe ist meist eine lichtblonde, die Länge eine mittlere, desgleichen die Festigkeit. Viele belgische Flachssorten erreichen in der Feinheit den irischen und übertreffen ihn in der Länge der Faser. Diese Flachssorten sind theils blond, theils stahlgrau gefärbt. Die stahlgrauen Sorten sollen sich besonders schön bleichen lassen. Die in neuerer Zeit von Italien in den Handel gesetzten Flachse zeichnen sich vor allen anderen durch schönen und starken seidigen Glanz, ferner durch sorgfältige Zubereitung des Reinflachses aus [1]. Auch der französische lin ramé (vgl. oben p. 361) und einige Sorten von holländischem Flachs werden in der Reihe der feinsten Flachssorten genannt. — Der längste aller im Handel erscheinenden Flachssorten ist der ägyptische. Seine Länge beträgt 1—1.3 Meter, nach einigen Angaben auch noch darüber. Diese Sorte ist an den langen, matten, graugelblichen, in's Röthliche fallenden Fasern leicht zu erkennen. Die Faser ist grob, schwierig rein zu bleichen aber fest und wird deshalb nur zu grober, ungebleicht bleibender Leinwand verarbeitet. Der grossen Hygroskopicität und des hohen Aschengehaltes dieser Sorte wurde oben (p. 367) schon gedacht. Zu den langen, aber eben nicht zu den feinen Flachssorten zählt der petersburger, rigaer, königsberger, böhmische, schlesische. Libauer, österreichischer, kärnthner und tyroler Flachs sind wohl stark, aber sonst nur von geringer Güte. Der faserige Abfall beim Hecheln ist als Flachswerg, Heede und Tors bekannt.

Mikroskopisches Verhalten. Die ausgezeichnetsten gehechelten Flachse setzen sich nur aus Bastzellen zusammen. Mindere Reinflachse enthalten aber ausserdem noch Reste von Parenchym und Oberhautzellen, auch manchmal Spuren oder Reste des Holzgewebes. Im Rohflachs sind die genannten histologischen Antheile der Flachsstengel in grösserer Menge anzutreffen, und fast immer schon makroskopisch er-

1) Finaly l. c. p. 335.

kennbar. In dieser Flachssorte treten ferner, wie schon oben erwähnt wurde, Pilzsporen, Pilzmycelien, ferner hefe- und bacterienartige Fermentorganismen auf.

Die Bastzellen des Flachses haben im unveränderten Zustande eine sehr regelmässige Gestalt. Ihre Grenzfläche ist cylindrisch, nach den Enden zu kegelförmig, die Enden selbst sind entweder konisch zugespitzt, oder stumpf, seltener anders gestaltet, nämlich entweder etwas abgeflacht, oder kurz vor einem scharf zugespitzten Ende etwas aufgetrieben. Der Innenraum der Zelle ist fast immer nur sehr klein und erscheint fast stets nur auf eine dunkle Linie reducirt. Durch Anwendung von Isolirungsmitteln (Kalilauge oder Chromsäure) kann man sich überzeugen, dass diese Bastzellen stets eine bedeutende Länge haben, welche fast immer 2—4 Centim. beträgt, aber auch darüber hinaus steigt. Ueber die Dimensionen der Flachsbastzellen ist viel geschrieben worden. Am häufigsten findet man Schacht's Angabe[1]) aufgeführt, dass ihr Querdurchmesser $\frac{4-6}{400}$ (= 0.010 — 0.015 Millim.) beträgt. Ich glaubte früher[2]) die Grenzwerthe der Breiten in den Zahlen 0.0069 — 0.0241 Millim. gefunden zu haben. Es hat sich jedoch, was von mir damals übersehen wurde, herausgestellt, dass die grösste Breite der Fasern und nicht irgend ein beliebiger Querschnitt derselben gemessen werden muss, wenn man genaue, zur Characteristik verwerthbare Dimensionen erhalten will. Als maximale Breite der unveränderten Flachsbastzelle erhielt ich die Werthe 0.012—0.026, meist etwa 0.015—0.017 Millim. Structurverhältnisse sind an der unveränderten Flachsbastzelle direct fast gar nicht wahrnehmbar. Hin und wieder findet man in der Wand Porenkanäle vor. Durch Quetschung zeigt die Zellwand spiralige Streifung[3]).

Die Flachsbastzelle, welche blos die Röste durchmachte, ist von der unveränderten, d. i. aus dem Flachsstroh künstlich im Kleinen mit den bekannten Behelfen des Pflanzenanatomen isolirten Bastzelle nicht zu unterscheiden. Aber die Bastzellen des Flachses, welche die mechanischen Angriffe des Klopfens, Brechens, Schwingens und Hechelns zu bestehen hatten, zeigen bereits einige Unterschiede gegen-

1) Die Prüfung der im Handel vorkommenden Gewebe p. 22. In seiner Anatomie und Physiologie der Gewächse Bd. I. p. 254 giebt Schacht für die Querdurchmesser die Werthe $\frac{4^1/_2-6}{400}$ Millim. an.

2) Techn. Mikroskopie p. 109.

3) Ueber den Verlauf der Dickezunahme an der Flachsbastzelle, welcher hier ein viel regelmässiger als bei der Baumwollenzelle ist, vgl. oben bei der Baumwolle (p. 344).

über der natürlichen Bastzelle. Vor allem erkennt man, dass neben zahlreichen, der Länge nach völlig erhaltenen Zellen, viele vorkommen, welche abgerissen sind, an denen also nicht mehr die natürlichen Enden vorhanden sind. Ferner sieht man an vielen Zellen, dass die Verdickungsschichten mehr oder weniger auseinandergebrochen sind. In Folge dieses Umstandes erscheint die Bastzelle von dunklen Linien durchsetzt, welche unter einander parallel, und meist auch der Länge der Faser genau folgen, manchmal jedoch etwas schief verlaufen. Am deutlichsten erkennt man diese parallelen Linien, wenn man die Faser, in Luft liegend, unter dem Mikroskop betrachtet. Bei 200—300 lin. Vergr. erscheinen diese Linien in Folge Interferenz des Lichtes farbig[1]).

Dieses Auseinanderbrechen der Verdickungsschichten muss nicht immer gerade der ganzen Länge der Faser nach statthaben. Häufig sind es nur einzelne Stellen, welche in Folge dieses Umstandes streifig erscheinen. Diese streifigen Stellen der Bastzellen sind stets etwas breiter, als sie im unverletzten Zustande waren. Es ist mithin begreiflich, dass solche Zellen mit partiell auseinander gebrochenen Verdickungsschichten nicht jenen regelmässigen Dickenverlauf werden erkennen lassen, der der natürlichen Flachsbastzelle eigenthümlich ist. Dennoch, glaube ich, wird ein einigermassen aufmerksamer, wenn auch ungeübter Beobachter solche ungleich dicke Leinenfasern nie mit Baumwollenfasern verwechseln, denen ein unregelmässiger Dickenverlauf von Natur aus eigenthümlich ist. An gehechelten Flachsfasern steigt in Folge des Auseinanderbrechens der Verdickungsschicht die maximale Breite bis auf 0.030 Millim. — Die Bastzelle des gehechelten Flachses ist aussen sehr häufig rauh, indem beim Rösten die äussersten Zellwandschichten, die im Umbildungsprocess zur Intercellularsubstanz begriffen waren, angegriffen wurden und selbst durch die Processe des Hechelns nie völlig entfernt werden können, deshalb der Faser aussen in Form mehr oder minder groben Fetzen anhaften. — Die Flachsbastzelle, welche die Hechel passirte, zeigt nicht selten Linien, die mehr oder minder genau senkrecht auf die Richtung der Faser verlaufen. Diese Linien sind oft als characteristische Eigenthümlichkeiten der Flachsbastzellen genommen worden. Aber diese Linien kommen auf höchst verschiedene Weise zu Stande, fehlen eben so häufig an der Faser des gehechelten Flachses, als sie vorkommen, treten an der gebleichten Faser fast gar nicht auf und sind an der natürlichen Bastzelle nie zu beobachten. Liegen diese Querlinien genau senkrecht zur Faser, sind ihre Abstände von einander sichtlich gleich grosse, so verdanken sie ihr Entstehen Resten von anhaftendem Parenchymgewebe.

1) Techn. Mikroskopie p. 109.

Verlaufen sie nicht genau senkrecht, reichen sie nicht bis an den Contour der Zelle und sind ihre Abstände von einander ungleich grosse, so haben sie ihren Grund entweder in den Grenzlinien abgelöster äusserer Verdickungsschichten, oder in die Zellwand quer durchsetzenden Bruchlinien [1]).

Durch Kupferoxydammoniak [2]) wird die Zellwand der Flachsbastzelle zuerst stark aufgetrieben, so dass der Durchmesser der Zelle oft eine Grösse von 0.055 Millim. annimmt. Die Membran erscheint dabei gerade oder schief parallelstreifig und manchmal, wegen der grösseren Resistenz der äusseren Zellwandpartien gegenüber den inneren sogar blasenförmig aufgetrieben. Die blasenförmige Auftreibung der Zellwand bei Einwirkung dieses Reagens kann mithin nicht als Unterschied zwischen Baumwollen- und Leinenfaser gelten (vgl. hierüber bei Baumwolle p. 342). Die Zellwand verfliesst nach kurzer Zeit im Reagens; und blos die Innenhaut der Zelle bleibt als dünner, etwas gelblich gefärbter, gerade gestreckter, oder wellig gebogener Schlauch in der blauen, schleimigen Masse zurück. Nach einiger Zeit wird auch die Innenhaut zerstört und in eine feinkörnig-gelatinöse Masse verwandelt. — Jod und Schwefelsäure bläuen die Faser, Chromsäure bringt sie unter starker Abminderung des Lichtbrechungsvermögens nach längerer Zeit in Lösung. Die Flachsbastzelle wird durch schwefelsaures Anilin nicht gefärbt.

Fig. 47.

Vergr. 300. Bruchstücke von Flachsbastzellen. *a* Natürliches Ende. *p* Porencanäle. *l* Lumen.

Die dem gebrochenen Flachse anhaftenden Gewebsreste der Flachsstengel, wie Oberhaut, Parenchym und Holzgewebe findet man, wie schon oben mitgetheilt wurde, auf, wenn man die Faser mit Reagentien behandelt. Schwefelsaures Anilin färbt die dem Holzkörper des Flachsstengel angehörigen Theile intensiv goldgelb. Kupferoxydammoniak lässt all' die genannten Gewebe ungelöst. Jod und Schwefelsäure färben die Bastzellen blau, die übrigen anhaftenden Gewebe hingegen gelb bis braun. Mikroskopisch lässt sich das Holzgewebe der unreinen Flachsfaser sehr leicht an den verhältnissmässig dünnwandigen, etwa 0.012 Millim. breiten, gewöhnlich mit einer Reihe

---

1) Ueber andere mechanische Zerstörungserscheinungen der Leinenfaser, wie sie namentlich im Leinenhadernpapiere vorkommen, s. Techn. Mikr. p. 221 ff.

2) Technische Mikroskopie p. 109.

kleiner Tüpfel versehenen Holzzellen und an den Gefässen, von denen besonders scharf die etwa 0.018 Millim. breiten Spiralgefässe hervortreten, erkennen. Schwieriger ist es mit dem directen mikroskopischen Nachweis des Parenchym- und Oberhautgewebes. Von ersterem sieht man an manchen Bastzellen noch Reste der Zellwand haften; sie erscheinen in Form von die Flachsbastzelle theils parallel, theils senkrecht durchsetzenden Linien. Gewöhnlich ist aber das Parenchymgewebe bis zur Unkenntlichkeit zerdrückt und zerrissen. Auch das Oberhautgewebe ist schon so stark demolirt, dass es schwierig zu erkennen ist. Es erscheint gewöhnlich in Form von dünnen, gelblichen, anscheinend structurlosen Schuppen. Nur mit Mühe, besonders nach Einwirkung von verdünnter Schwefelsäure, findet man darin die Spaltöffnungszellen auf.

Die Verwendung der rohen Flachsfaser zu Gespinnsten ist bekannt. Der Flachs wird als solcher nicht gebleicht, sondern erst nachdem er versponnen oder verwebt wurde. Die Flachsfaser lässt sich in der Regel ausgezeichnet bleichen; nur grobe Sorten (z. B. ägyptischer) setzen dem Bleichverfahren einige Schwierigkeit entgegen. Gebleichte Leinengarne und Gewebe lassen sich bekanntlich nicht so leicht als Baumwollengarne und Gewebe färben; erstere werden deshalb hauptsächlich im ungefärbten Zustande verwendet. — In neuerer Zeit wird die rohe Flachsfaser auch in der Fabrication von Werthpapieren benutzt.

5. Hanf.

Der Hanf besteht aus den Bastzellen der Hanfpflanze, *Cannabis sativa L.*, als deren Heimat das wärmere Asien bezeichnet wird. Schon seit Jahrhunderten wird dieser Spinnstoff in Europa gewonnen. Sein Gebrauch scheint sich vom südlichen Frankreich aus nach dem übrigen Europa verbreitet zu haben. Auch Afrika (Aegypten, Algier), Nordamerika, und in neuerer Zeit auch Australien, liefern Hanf.

Ausser *Cannabis sativa* wird als Stammpflanze des Hanfes auch oft *Cannabis indica Lam.* genannt. Aber diese Pflanze ist nur die tropische Culturform des zuerst genannten Gewächses. Die Unterschiede dieser Form von *Cannabis sativa* sind so geringfügig, dass man sie als besondere Species fallen gelassen hat, wenn auch nicht geläugnet werden kann, dass der indische Hanf, der bekanntlich seiner narkotischen, harzigen Bestandtheile wegen zur Herstellung gewisser betäubender Genussmittel (Dschurrus, Haschisch u. m. a.) verwendet wird, in chemischer Beziehung manche Besonderheiten erkennen lässt. Die genannte Culturform giebt nur eine verholzte, steife,

wenig brauchbare Faser. In Indien wird sie fast gar nicht als Faserpflanze gebaut[1]).

Sieht man von dem sehr spärlichen Vorkommen männlicher Blüthen auf weiblichen Hanfpflanzen ab, so ist der Hanf als zweihäusiges Gewächs anzusehen. Man kann mithin männliche und weibliche Pflanzen unterscheiden, die man in allen Hanf bauenden Ländern genau kennt und mit besonderen Namen belegt. Die männliche Pflanze nennt man Sommerhanf, Hanfhahn, Staubhanf; die weibliche Winterhanf, Hanfhenne, Bästling (in Oesterreich Bösling). Den männlichen Hanf kann man, da er keine Nebennutzung gewährt, zu einer Zeit aus dem Boden nehmen, in welcher er für die Fasergewinnung am tauglichsten ist. Von den weiblichen Pflanzen wünscht man aber nebst der Faser auch die Samen zu erhalten, und lässt sie deshalb so lange auf dem Felde, bis die Reife der Samen beginnt. Die Samen solcher Pflanzen eignen sich wohl zur Oelpressung, können aber nicht als Saatgut verwendet werden. Um keimkräftige Samen zu erhalten, müssen die Samen ausreifen gelassen werden, worunter aber der Bast der betreffenden Pflanzen sehr leidet. Die Rücksichten, die man beim rationellen Hanfbau auf die möglichste Ausnutzung der weiblichen Pflanzen nehmen muss, bringen es mit sich, dass diese im Allgemeinen geringere Hanfsorten als die männlichen Pflanzen liefern.

Der aus dem Boden genommene Hanf wird in gleicher Weise wie der Flachs geriffelt, geröstet, gebrochen etc. und schliesslich gehechelt. Da der Hanf bis jetzt fast nur im Kleinbetriebe, und deshalb nur auf unvollkommene Weise gewonnen wird, so ist das Product auch nie so vollkommen, als es wenigstens nach der Natur mancher Hanfsorten möglich wäre. Die Röste des Hanfes ist gewöhnlich eine kurze 2—4 Wochen in Anspruch nehmende Kaltwasserröste. In neuester Zeit hat man versucht Hanf auch ohne Röste abzuscheiden, indem man die durch einen warmen Luftstrom getrockneten Stengel gleich auf bestimmt eingerichteten mechanischen Brechen verarbeitete, wobei alle Gewebe bis auf den Bast zerbrochen werden, und letzterer sich dann rein abscheiden lässt[2]).

Die Hanffaser ist im Allgemeinen länger als die Flachsfaser. Bei gleicher Feinheit und Festigkeit gilt der längste Hanf als der beste. Gewöhnlich hat der Hanf eine Länge von 1—2 Met. Die in neuerer Zeit in den Handel getretenen ausgezeichneten italienischen Hanfsorten haben eine Länge von mehr als 2 Met. Alle Sorten dieser Faser übertrifft der Riesenhanf von Boufarik (Algier) an Länge; er misst

1) Vgl. Royle l. c. p. 252.

2) Methode von Coblenz und Leoni, s. Barral in: Bulletin de la société d'encouragement 1865 p. 705.

3 Met. und darüber. — Auch Farbe und Glanz bezeichnen die innere Güte des Hanfes. Die weisslichen und grauen sind die besten, sodann kommen die grünlichen; die gelblichen Flachssorten sind die geringsten. Der Glanz der Sorten ist erwiesenermassen ein Zeichen der Güte. Vor allen übrigen ist der italienische (besonders die bologneser Sorte) Hanf durch starken, seidigen Glanz ausgezeichnet. — Die Feinheit des Hanfes hängt nicht nur von der Glätte des Fadens, sondern auch von der Grösse des Querschnittes der Faser ab. Gebrochener Hanf ist fast immer aus bandartigen, breiten Streifen zusammengesetzt. Gehechelt zeigt er verschiedene Grade der Feinheit. Im grossen Ganzen ist Reinhanf viel gröber als Reinflachs, und nur die schönen bologneser Sorten zeigen eine flachsartige Feinheit.

Mit schwefelsaurem Anilin behandelt färben sich selbst die sehr gut durch das Hecheln gereinigten, mithin fast blos aus Bastzellen bestehenden Fasern, gelblich; die grauen und weisslichen Sorten weniger als die grünlichen und gelben. Aber selbst der ausgezeichnete, flachsartige italienische Hanf wird durch dieses Reagens gelb gefärbt. Jod und Schwefelsäure färben die Fasern der besten Sorten rein blau, jene der minderen, stärker verholzten hingegen grünlich blau. Alles was an Oberhaut-, Parenchym- und Holzgewebe der Faser anhaftet, wird durch diese beiden Reagentien gelb bis braun gefärbt, und durch Kupferoxydammoniak nicht aufgelöst, während die aus Bastzellen bestehende Faser durch dieses Reagens zerstört wird.

Der ausgezeichnetste aller im Handel erscheinenden Hanfsorten ist entschieden der Bologneser Hanf, dessen Länge bis über 2 Meter steigt, dessen Glanz seidig ist, und der sich durch flachsartige Weichheit und blonde Farbe von allen anderen Hanfarten unterscheidet. Den besten italienischen Sorten kommt an Güte zunächst der Hanf von Grenoble. Die grössten Quantitäten von Hanf liefert Russland; die Sorten sind nicht fein aber von grosser Festigkeit und Resistenz. Auch Elsass, Preussen und Oesterreich produciren grosse Mengen von Hanf, von denen besonders der Strassburger Hanf sich durch Güte auszeichnet und als Spinnmaterial sehr gut verwendbar ist. Seit den vierziger Jahren wird auch in Nordamerika viel Hanf producirt. Die schlechtesten Hanfsorten sind die von weiblichen Pflanzen, die man bis zur Samenreife auf dem Felde liess, herrührenden. Im österreichischen Handel wird diese spröde, gelbliche Sorte mit dem Namen »Samling« belegt.

Man unterscheidet ferner nach der Zubereitung den gebrochenen Hanf als Basthanf, den gehechelten Hanf oder Reinhanf je nach seiner Güte als Spinn- und Schusterhanf, und den beim Hecheln abfallenden, kurzfaserigen, unreinen Hanf als Werg oder Tors.

Da die Hanffaser sich nicht vollständig bleichen lässt, so wird sie meist im ungebleichten Zustande verwendet. Die vornehmlichste Verwendung findet jedoch der Hanf wegen seiner Dauerhaftigkeit und Festigkeit zur Herstellung von Seilerwaaren, zu Spagat, zu Netzen, Seilen, Schiffstauen u.s.w. Im Handel erscheint vorwiegend Basthanf.

Mikroskopisches Verhalten. Der Hanf besteht der Hauptmasse nach aus Bastzellen. Selbst in fein gehecheltem Hanf treten neben den Bastzellen noch kleine Mengen von Bastparenchymzellen auf. Im gebrochenen oder unvollkommen gehechelten Hanf findet man aber ausserdem noch Oberhautfragmente, Reste von Parenchym- und Holzgewebe der Hanfstengel. Behandelt man den zu untersuchenden Hanf mit Jod und Schwefelsäure, so nehmen blos die Bastzellen eine grünblaue Farbe an; alle übrigen Gewebe werden gelb bis braun gefärbt. Auch durch Einwirkung von Kupferoxydammoniak kann man sehr leicht die der reinen Hanffaser fremden Gewebsbestandtheile ersichtlich machen; das Reagens löst blos die Bastzellen; die übrigen Gewebsbestandtheile bleiben ungelöst zurück. Da die genannten Gewebe an der Hanffaser in ziemlich wohlerhaltenem Zustande vorhanden sind, so kann es keine Schwierigkeit machen, sie neben den integrirenden Bestandtheilen der rohen ungebleichten Hanffaser, nämlich neben den Bastzellen und Bastparenchymzellen zu erkennen. Die in geringer Menge vorhandenen Bastparenchymzellen haben eine Länge von 0.015—0.084 Millim., eine Breite von 0.012—0.015 Millim. Sie treten in Zellreihen auf, welche den Bastzellen parallel laufen. Ihre Wände sind nur schwach verdickt.

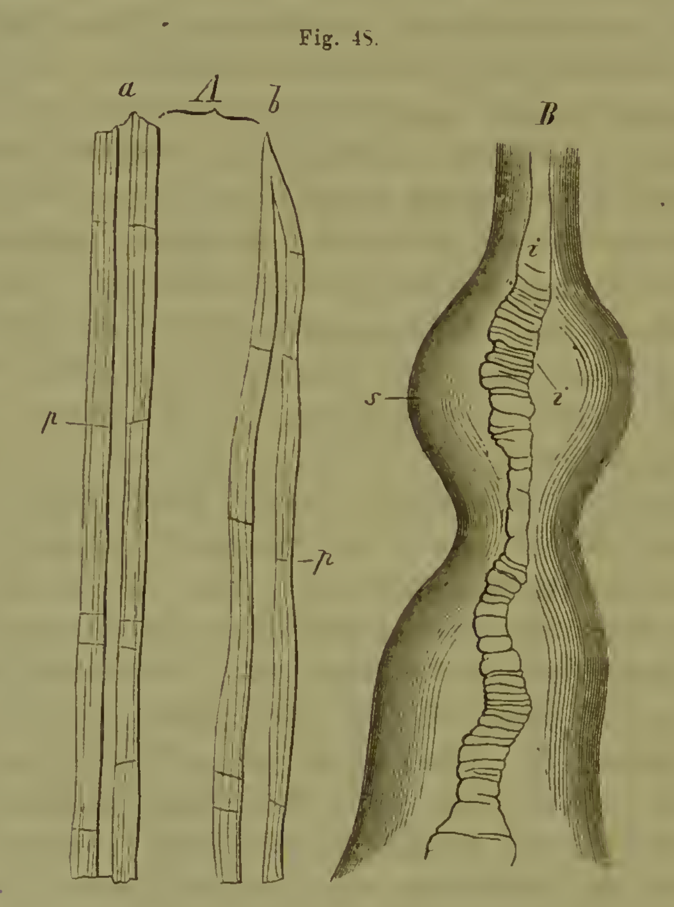
Die Bastzellen des Hanfes sind gleich jenen des Flachses sehr lang und messen einen oder mehrere Centimeter. Auf den Querschnitt ist die Hanfbastzelle rund, von der Fläche gesehen erscheint sie nicht so regelmässig cylindrisch wie die Flachsbastzelle gestaltet. Die natürlichen Enden dieser Zellen laufen meist stumpf aus; nicht selten sind sie sogar elliptisch abgerundet. Verzweigte Zellenden kommen nur selten vor. Obschon ich hierauf schon vor Jahren hingewiesen habe[1]), wird doch Schacht's ältere Angabe, dass solche verzweigte Enden an den Bastzellen des Hanfes so häufig vorkommen, dass man hierin ein diese Faser von der Leinenfaser unterscheidendes Merkmal vor sich habe, fast noch immer als richtig hervorgehoben. Die Hanffaser, welche die Processe des Brechens u. s. w. durchmachte, erscheint stets parallel gestreift. Die natürliche Bastzelle lässt, wenn sie sorgsam aus dem Verbande genommen wurde, so dass sie keinerlei Verletzung hierbei erlitt, keine Streifung erkennen. Weder

1) Techn. Mikr. p. 110.

an der Wand der natürlichen noch an der Bastzelle des gehechelten Hanfes lassen sich direct fast gar keine Structurverhältnisse ermitteln. Nur selten sieht man schief gegen die Zellgrenzen verlaufende Porencanäle. Nach Schacht misst der Durchmesser der Zellen $\frac{5-7}{400}$ (= 0.0125—0.0175) Millim. Ich habe früher, bevor ich auf den für die Characteristik massgebenden maximalen Werth Rücksicht nahm, als Grenzwerthe für die Breite die Zahlen 0.0103—0.0276 Millim. angegeben[1]. Nach meinen neueren Beobachtungen beträgt der maximale Durchmesser der Zellen 0.015—0.028 Millim. Die Zellen sind höchst verschieden, meist aber ziemlich stark verdickt. Das Lumen der Zellen beträgt durchschnittlich den dritten Theil der Zelldicke.

Höchst characteristisch für diese Faser ist, wie ich schon früher nachwies[2], die Einwirkung des Kupferoxydammoniaks auf die Bast-

Fig. 48.



Vergr. 400. *A* unveränderte, *B* mit Kupferoxydammoniak behandelte Bastzelle des Hanfs. *a* abgerissenes, *b* natürliches Ende. *p* Porenkanäle. *s* Verdickungsschichten. *i* Innenhaut.

zellen des Hanfs. Unter Annahme einer blaugrünen bis blauen Farbe quellen ihre Membranen auf und zeigen hierbei eine zarte, schief

1) Techn. Mikr. p. 110.
2) Techn. Mikr. p. 111.

parallele Streifung. Die jüngste Verdickungsschicht, das Innenhäutchen, tritt hierbei als breiter, bis 0.0197 Millim. im Querschnitt messender, gefalteter, und spiralig oder ringförmig gestreifter Schlauch hervor. Diese Zellwandschicht nimmt im Reagens nicht selten eine blaue Farbe an, und wird einige Zeit nach Auflösung der älteren Verdickungsschichten vom Reagens zerstört. Schmale, glatte, gelblich-gefärbte Schläuche, die beim Liegen der Leinenfaser in diesem Reagens so häufig auftreten, sind bei der Behandlung der Hanfbastzelle nur selten zu beobachten.

Während die Baumwolle und Leinenbastzelle durch Jod und Schwefelsäure schon gebläut werden, tritt bei der Hanffaser nur selten eine rein blaue, häufig eine mehr oder minder in's Grüne geneigte Färbung auf. Vollkommen gebleichte oder mit Chromsäure vorbehandelte Hanfbastzellen zeigen, wie leicht begreiflich, die reine Zellstoffreaction. Die Wirkung der Chromsäure ist bei der Hanfbastzelle die gleiche, wie bei der Bastzelle des Flachses. Schwefelsaures Anilin färbt die unveränderte Bastzelle des Hanfs gelblich.

Jene Querstreifen', welche man bei der Leinenfaser beobachtete, und deren oben (p. 370) gedacht wurde, zeigen sich auch bei der Hanffaser, und kommen hier auf dieselbe Weise zu Stande.

6. Die Bastfaser von *Hibiscus cannabinus L.*

(Gambohanf).

Hibiscus cannabinus ist eine einjährige, krautige Malvacee Indiens, welche dort ihrer spinnbaren Faser wegen seit alter Zeit und im ausgedehnten Massstabe cultivirt wird.

Die Faser wird in neuerer Zeit auch exportirt und kommt auf den englischen Markt unter dem Namen Gambohanf, Brown Hemp, oder Bombayhanf, mit welchen beiden letzteren Namen jedoch auch andere Fasern, z. B. der Sunn, bezeichnet werden. Auch fibre of the roselle und Jute von Madras hat man diese Faser im europäischen Handel genannt. Sehr häufig wird dieser Faserstoff auch dem indischen Hanf (Indian Hemp) zugezählt, unter welchem Namen man die Fasern von *Cannabis sativa, Crotalaria juncea* und *Hibiscus cannabinus* zusammenfasst. — Im westlichen Indien heisst die Pflanze Ambaree (daher auch der Name Ambaree fibre), in Madras Palungo, in Bombay Dekanee Hemp.

Die ersten genauen Nachrichten über diese Faser finden sich bei Roxbourgh[1]). Auch in Royle's oft genanntem Werke[2]) sind viele Daten über die Ausdehnung der Cultur der Pflanze, über die Gewinnung und Eigenschaften der Faser enthalten.

Die Charactere der mir zur Untersuchung vorliegenden Proben von Gambohanf stimmen mit den in den genannten Werken angegebenen Eigenschaften überein, so dass ich keine Ursache habe, die Abstammung dieses Faserstoffes von *Hibiscus cannabinus* zu bezweifeln. Indess muss ich doch hervorheben, dass ich die unten folgenden mikroskopischen Kennzeichen des Gambohanfs von Handelsproben ableiten musste, da ich nicht, wie bei den meisten anderen hier beschriebenen Fasern, in der Lage war, mir ganz verlässliches Untersuchungsmaterial, nämlich die Stammpflanze und genau bestimmte Proben der Fasern zu verschaffen.

Die mir vorliegenden Proben des Gambohanfs bilden einen sehr ungleichartigen Faserstoff, der theils und zwar vorwiegend aus überaus feinen, theils aus gröberen Fasern besteht. Die Proben zeigen deutlich, dass es wohl nur wenig Schwierigkeiten machen kann, aus der genannten Pflanze eine überaus feine, spinnbare Faser darzustellen, und dass an der Mangelhaftigkeit der Handelsprobe nur die Unvollkommenheit der Abscheidungsmethode die Schuld trägt. Es ist auch von Watson[3]), der die Faser Palungor und Bastart-Jute nennt, auf die schlechte Zubereitung dieses Rohstoffes hingewiesen worden. Er sagt auch a. a. O., dass diese Faser auf dem englischen Markte wegen der nachlässigen Bereitung nicht so geschätzt wird, als sie es verdient. Royle[4]) hebt auch die Feinheit der Fasern dieses Spinnstoffes hervor und betont, dass der Werth desselben weniger in der Stärke als in der Feinheit der Faser zu suchen ist.

Der Gambohanf ist von weisslicher Farbe, mit einem Stich in's Graugelbe, und glänzt nur wenig. Die Fasern haben eine höchst ungleiche Länge. Die feinsten messen nur einige Centimeter, die gröberen 0.1—0.9 Meter. — Die gröberen Fasern haben eine Dicke von 0.04—0.15 Millim. Die feinsten bestehen oft nur aus einzelnen oder wenigen Zellen.

Die lufttrockene Faser enthält 7.38 Proc. Wasser, die völlig durchfeuchtete führt bei mittlerer Temperatur 14.61 Proc. Wasser. Die Aschenmenge der getrockneten Faser beträgt 2.55 Proc. Die Asche ist krystallfrei.

---

1) Plants of the coast of Coromandel II. p. 48 ff.

2) l. c. p. 254 ff.

3) l. c. p. 11 ff.

4) l. c. p. 257.

Mit Jodlösung befeuchtet färbt sich jede Faser goldgelb. Auf Zusatz von Schwefelsäure werden die Bastzellen bis auf die innerste Zellwandschicht unter starker Aufquellung indigoblau gefärbt. Kupferoxydammoniak löst unter starker Bläuung und nach vorhergegangener starker Aufquellung jede Bastzelle bis auf die innerste Zellwandschicht auf, welche als structurloser gewundener Sack zurückbleibt, häufig auch unter starker Auftreibung jene eigenthümliche spiralige Streifung annimmt, die an den Bastzellen des Hanfes aufgefunden wurde. Schwefelsaures Anilin färbt die Faser nur wenig gelb, etwa so wie guten Hanf. Diese Beobachtungen lehren, dass die Bastzellen der *Hibiscus cannabina* nur sehr wenig verholzt sind, und hierdurch erklärt sich auch die Weichheit und Geschmeidigkeit dieses Spinnstoffes, welcher in seiner Güte mehr dem Flachs und den bessern Sorten von Hanf als der Jute an die Seite zu stellen ist.

Sowohl durch Kalilauge als auch durch Chromsäure lassen sich die an der Zusammensetzung der Fasern Antheil nehmenden Elementarorgane aus dem Verbande bringen. Man erkennt, dass die feineren Fasern blos aus Bastzellen bestehen. Die gröberen führen an einer der Aussenflächen, nämlich an jener Seite, die auch am Stengel nach aussen hin gestellt war, parenchymatische dünnwandige, jedoch ziemlich stark verholzte Zellen, die bei der Einwirkung des Kupferoxydammoniaks auf die Faser fast gar nicht angegriffen werden, und bei der Behandlung mit Jod und Schwefelsäure eine braune Farbe annehmen, während, wie schon oben erwähnt wurde, die Bastzellen sich hierbei tief bläuen, und Kupferoxydammoniak diese Zellen auflöst. Schwefelsaures Anilin färbt die Bastzellen nur sehr schwach gelb, tingirt hingegen die Parenchymzellen stark. Durch vervollkommnete Röstung wäre es ein leichtes, diese Parenchymzellen, die den gröberen Fasern des Gambohanfes, wenigstens gegenüber den zarten Fasern, einen gewissen Grad von Härte und Sprödigkeit geben, völlig zu beseitigen.

Es gelang mir nicht die langen Bastzellen völlig unverletzt ausser Zusammenhang zu bringen, so dass ich die Länge der Bastzellen nicht genau ermitteln konnte. Bastzellen von 4—6 Millim. Länge habe ich häufig beobachtet. Doch glaube ich, nach Bruchstücken von isolirten Bastzellen zu urtheilen, dass im Baste von *Hibiscus cannabinus* auch Bastzellen vorkommen, welche die doppelte Länge und vielleicht auch noch mehr erreichen. Jedenfalls besteht der Gambohanf aus langen Zellen und nähert sich auch in dieser Beziehung mehr dem Hanf und Flachs als der Jute und den juteähnlichen Fasern. — Die Dicke der Bastzellen variirt von 0.020—0.041 Millim. Der Querdurchmesser der Bastzellen ist mithin ein bedeutender. Doch hat es den Anschein, als

würde die Dicke der Zellen dieses Faserstoffes durch starke Zerklüftung, die bei der Abscheidung der Faser eingetreten sein dürfte, beeinflusst. Auch die Verdickung der Zellwände ist eine variable, meist jedoch schwache und hierin und in der erwähnten Zerklüftung der Zellwände findet die geringe Festigkeit der Faser ihre Erklärung. Es geht aber auch aus letzterer Beobachtung hervor, dass durch eine sorgsamere Abscheidung der Faser dieselbe nicht nur an Feinheit, sondern auch an Festigkeit gewinnen würde. Die natürlichen Enden der Bastzellen sind entweder kegelförmig zugespitzt, oder am Ende wenig verschmälert und abgerundet.

Die Zellen des dieser Faser oft anhaftenden subepidermalen Parenchyms messen in der den Bastzellen folgenden Richtung 0.12, in der darauf senkrechten Richtung 0.04 Millim.

7. Bastfaser von *Crotalaria juncea L.*

(Sunn).

Von dem Genus *Crotalaria* kommen in Indien und den umliegenden Inseln dreiundfünfzig Species vor (Miquel); aber nur wenige derselben sind zur Fasergewinnung geeignet, nämlich *Crot. juncea*, *C. Burhia Hamilt.*, *C. retusa L.* und *tennifolia Roxb.* Die vier genannten Species werden in Indien auch auf Faserstoffe ausgebeutet. Die grösste Bedeutung als Gespinnstpflanze hat unter diesen vier Arten entschieden die erstgenannte.

Die ersten Nachrichten über diese wichtige Gespinnstpflanze finden sich bei Rheede[1]. Später haben Wissent[2] und in neuerer Zeit Royle[3] ausführliche Berichte über die Cultur dieser Pflanze, über die Abscheidung und über die Eigenschaften des daraus abgeschiedenen Faserstoffes gegeben.

Crotalaria juncea ist eine einjährige Papilionacee, welche fast überall im Süden Asiens, besonders aber in Indien, auf Java und Borneo cultivirt wird. Der durch Röstung und Hechelung erhaltene Gespinnststoff führt den hindostanischen Namen Sunn oder Sun, der aus dem Sanscritnamen Sana entstanden ist. Die Bezeichnung Sunn wird auch im europäischen Handel angewendet. In Bengalen heisst diese Gespinnstfaser Ghore Sun oder Meesta pat, in Calcutta Sunn hemp. Andere indische Namen hierfür sind: Kenna, Janapa, Shanapum,

---

1) Hort. malab. V. IX.

2) Cultivation and preparation of hemp and sunn. London 1804.

3) l. c. p. 270 ff.

Brown hemp, Madras hemp, Conkanee hemp, Bombay hemp und Salsette. Die Namen Brown hemp und Bombay hemp werden jedoch auch auf die Faser von *Hibiscus cannabinus* angewendet.

Der Sunn [1]) besteht aus verschieden feinen, etwas durcheinander gewirrten Fäden, die diesem Spinnmaterial ein wergartiges Aussehen geben. Die Fasern sind von verschiedener Feinheit und Länge, welche bis zu 50 Cent. steigt. Die grosse Feinheit zahlreicher im Sunn enthaltener Fasern läst annehmen, dass sich aus dem Baste der *Crotalaria juncea* gewiss ein sehr feines Spinnmaterial erzeugen liesse, wenn das Verfahren der Röstung und Hechelung mit mehr Sorgfalt betrieben würde. Die meisten Fasern sind platt, streifenartig. Ihre Breite schwankt gewöhnlich zwischen 0.02—0.35 Millim.

Höchst bemerkenswerth erscheint mir die geringe Hygroscopicität dieser Faser. Es ist mir keine einzige in Verwendung stehende Pflanzenfaser bekannt geworden, die in so geringem Grade Wasserdampf aufzunehmen befähigt wäre, wie der Sunn. Es ist dies gewiss eine für diesen Spinnstoff sehr vortheilhafte Eigenthümlichkeit. Die lufttrockene Faser enthält 5.34 Proc. Wasser. In mit Wasserdampf völlig gesättigtem Raume steigt, bei mittlerer Temperatur, die aufgenommene Wassermenge blos bis auf 10.87 Proc., während die übrigen Pflanzenfasern lufttrocken gewöhnlich 7—9, mit Wasserdampf gesättigt 16—22 Proc. Wasser führen. Auch die Aschenmenge ist eine für eine Bastfaser sehr geringe. Die völlig getrocknete Faser liefert blos 0.99 Proc. Asche, welche völlig krystallfrei ist.

Die Farbe des Sunn ist blassgelblich. Er zeigt einen lebhaften, jedoch nicht so starken seidigen Glanz wie die Jute. Trotz der ziemlich stark ausgesprochenen gelblichen Farbe ist diese Faser doch nur sehr wenig verholzt und stellt sich in dieser Eigenschaft dem Flachs, dem Gambohanf und der Ramiefaser ebenbürtig an die Seite. Schwefelsaures Anilin färbt den Sunn nur sehr schwach gelblich. Jod färbt die Faser gelb und auf Zusatz von Schwefelsäure kupferroth. Kupferoxydammoniak färbt die Faser blau, macht sie zuerst stark aufquellen und bringt sie schliesslich in Lösung.

Sowohl durch Chromsäure als Alkalien lässt sich der Sunn leicht in seine Elementarbestandtheile zerlegen. Am besten gelingt die Isolirung der Zellen durch Natronlauge. Es leidet die Festigkeit der freigelegten Elementarorgane hierunter so wenig, dass man sie mit den Nadeln leicht ausbreiten und sodann messen kann. Es stellt sich bei dieser Procedur zunächst heraus, dass jede Faser des Sunn sich aus zweierlei Elementarorganen, nämlich aus prosenchymatischen und pa-

---

1) Vgl. hierüber Wiesner, Indische Faserpflanzen p. 24 und 25.

renchymatischen zusammensetzt. Die ersteren sind Bastzellen, deren Länge 0.5—6.9 Millim., gewöhnlich 4.5—6.9 Millim. beträgt. Die Maxima der Breiten sind sehr gross, sie schwanken zwischen 0.02—0.042 Millim. Die Bastzellen des Sunn gehören mithin zu den breitesten, die man kennt. Bemerkenswerth sind die Gestalten, welche die Enden der Bastzellen zeigen. Selbe sind nämlich stets stumpf, und selbst bei deutlich kegelförmiger Gestalt haben sie eine halbkugelförmige Abrundung. Die Enden der Bastzellen sind sehr stark verdickt, was man von den übrigen Theilen dieser Elementarorgane nicht aussagen kann, da deren Wanddicke gewöhnlich stets nur $^1/_3$ — $^1/_9$ des Querdurchmessers der Zelle beträgt. Auch in der geringen Verdickung der Wand der Bastzellen zeigt der Sunn viel Aehnlichkeit mit dem Gambohanf. Die mit Chromsäure behandelten Bastzellen bieten deutliche Parallelstreifung (Schichtung), die mit Kupferoxydammoniak oder mit heisser Natronlauge behandelten Bastzellen hingegen eine sehr deutliche spiralige Streifung dar. Durch Quetschung lässt sich letztere nicht hervorrufen. Sehr bemerkenswerth erscheint mir auch die Eigenthümlichkeit der Bastzellen, dass sich, nach längerer Einwirkung von Chromsäure, von denselben die Verdickungsschichten in Form von Kegelmänteln mittelst der Nadeln abschieben lassen.

Die parenchymatischen Elemente des Sunn bestehen aus dünnwandigen Zellen, deren Länge meist 0.032, deren Breite meist 0.022 Millim. beträgt. Diese Zellen sind frei von krystallisirten Einschlüssen.

8. Bastfaser von *Sida retusa L.*

(Chikan Kadia; ind.).

Das artenreiche Genus *Sida*, aus der Familie der Malvaceen, stellt ein starkes Contingent zu den Gespinnstfasern (vgl. oben p. 317). Die Faser der *Sida*-Arten ist je nach der Gewinnungsmethode grob oder fein. Im erstern Falle wird sie zu Stricken, Seilen, Tauen, im letztern zu Gespinnsten, gleich dem Hanf oder Flachs verwendet. Die Sidafaser scheint bis jetzt nur in den Heimatländern verwendet zu werden. Die Häufigkeit des Vorkommens der faserliefernden *Sida*-Arten, die lichte Farbe und Festigkeit des Faserstoffes lassen indess annehmen, dass dieser Spinnstoff in der Folge auch der europäischen Textilindustrie zugute kommen wird.

Der Bast der in ganz Indien häufigen *Sida retusa*[1]) bildet 0.8—1 Met. lange, theils faserförmige, theils bandartige, bis 6 Millim.

1) Vgl. Wiesner, Ind. Faserpflanzen p. 2, 10 und 11.

breite Stücke. Die breiteren Baststeifen sind von spaltenförmigen, schon für das freie Auge erkennbaren Hohlräumen durchsetzt. Dieselben rühren von Bastmarkstrahlen her, die bei der Abscheidung des Bastes zum grössten Theile zerstört wurden. Stellenweise sind in den breiteren Baststreifen diese Bastmarkstrahlen noch ganz wohl erhalten und geben den betreffenden Stücken ein kreidiges Aussehen. Die Farbe der Faser gleicht jener von frisch angeschnittenem Weissbuchenholz (*Carpinus betulus*). Der Bast dieser Pflanze ist glanzlos, und selbstverständlich auch die Faser[1]). Die Festigkeit der Faser ist eine beträchtliche, indem selbst Faserstücke, die nur eine Breite von 0.5 Millim. haben, sich nur sehr schwer zerreissen lassen.

Im lufttrockenen Zustande führt die Faser 7.49 Proc. Wasser. Im mit Wasserdampf gesättigten Raume steigert sich bei mittlerer Temperatur der Wassergehalt bis auf 17.11 Proc. Die getrocknete Faser giebt 1.90 Proc. Asche, welche nur Spuren von krystallartigen Bildungen führt.

Jodlösung färbt die Faser bräunlich. Stellenweise ruft jedoch zudem dieses Reagens eine schwärzlich grüne Punctirung hervor. Diese dunkeln Puncte entsprechen, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, den noch unverletzten Bastmarkstrahlen, deren Zellen reichlich mit Stärkekörnchen gefüllt sind. Letztere werden durch die Jodlösung blau, die umschliessenden Zellwände hingegen tief gelb bis bräunlich gefärbt, wobei ein dunkles, schmutziges Grün als Mischfarbe entsteht. Auf Zusatz von Schwefelsäure wird die grüne Farbe lebhafter. Durch Kupferoxydammoniak werden die Bastbündel anfangs grünlich, später unter beträchtlicher Quellung bläulich gefärbt. Die Wände der Bastmarkstrahlenzellen färben sich sofort blau und quellen merklich auf. Mit schwefelsaurem Anilin behandelt, nimmt der Bast und ebenso die Faser eine intensiv gelbe Farbe an, die stellenweise in's Zimmtbraune neigt.

Die den Bast und die Faser zusammensetzenden Bastzellenbündel haben eine Breite von 0.06—0.29 Millim. und eine Dicke von 0.04—0.10 Millim. Sowohl im Baste als auch in der Faser liegen Markstrahlen, häufiger jedoch noch Markstrahlenräume. Die Länge der Markstrahlen schwankt zwischen 0.17—3.5, ihre tangentiale Breite zwischen 0.02—0.23 Millim. Sie sind meist lang zugespitzt. Die den Bastzellen zugewendeten Grenzlinien sind entwender ganz wellenlos oder nur sehr schwach ausgebuchtet. Die den Bastzellen unmittelbar anhaftenden Markstrahlenzellen sind dickwandig, deutlich porös und

1) Der Bast einiger anderen *Sida*-Arten (z. B. *S. tiliafolia*) soll seidenglänzend sein (vgl. Royle l. c. p. 262).

langgestreckt, die übrigen kurz und dünnwandig. Die Länge der ersteren beträgt meist 0.075, die Breite 0.042 Millim. Häufig sind

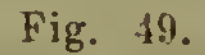


Fig. 49.



Vergr. 300. *A* Querschnitt durch den Bast von *Sida retusa*. *b* Bastbündel; *m* Markstrahlen; *p* Rindenparenchym. *B* Ein Stück des Bastes in der Flächenansicht. *b* Bastbündel; *m* Markstrahlen. *C*, *a*, *b* Bruchstücke isolirter Bastzellen. *p* Poren der Zellwand.

vom ganzen Markstrahl blos dessen äussere, dickwandigere Elemente erhalten. Die in den Markstrahlenzellen vorkommenden Stärkekörnchen haben einen mittleren Durchmesser von 0.004 Millim.

Die Bastbündel bestehen blos aus Bastzellen. Letztere zeigen abgerundete, in tangentialer Richtung meist abgeplattete, häufig unregelmässige Querschnittsformen. Der Umriss der Zelle ist ein höchst unregelmässiger, wie sich leicht durch Chromsäure, welche die Bastzellen rasch isolirt, erweisen lässt. Höcker, mehr oder minder tiefe Ein- und Ausbuchtungen, Erweiterungen und Verengungen sind fast an jeder Bastzelle wahrnehmbar. Die Querschnittsmaxima haben eine Länge von 0.015—0.025 Millim. Die Länge der Bastzellen beträgt

0.8—2.29 Millim. Porenkanäle sind häufig, namentlich in der Flächenansicht, zu beobachten. Sie haben die Form schmaler, schief verlaufender Spalten.

9. Bastfaser von *Calotropis gigantea R. Br.*

(Yercum fibre).

Jene Asclepiadeen, deren Samenhaare als vegetabilische Seide verwendet werden, geben, wie vielleicht noch andere Pflanzen derselben Familie, sehr beachtenswerthe Bastfasern. Einige dieser Fasern, z. B. die Ietee fibre (von *Marsdenia tenacissima*), die Yercum fibre, finden in Indien ihrer Festigkeit und sonstigen Eigenschaften halber schon seit langer Zeit Verwendung[1]).

Besonders berücksichtigungswerth erscheinen die Bastfasern der Asclepiadeen wegen ihrer grossen Festigkeit. Nach Royle ist die Faser von *Calotropis gigantea* fester als Hanffaser, trotz ihrer Feinheit. Auch Wight hebt die grosse Festigkeit der Yercumfaser hervor. Nach Roxburgh soll die Ieteefaser alle anderen Pflanzenfasern an Festigkeit, sowohl im trocknen als feuchten Zustande überragen[2]). Ich will deshalb diese Fasergruppe nicht ganz übergehen und wenigstens eine Fasersorte derselben hier als Repräsentanten beschreiben, obschon ich kaum glaube, dass diese Faser schon Gegenstand des europäischen Handels ist.

Die Faser der *Calotropis gigantea* hat eine Länge von etwa 30 Centim. Bei gleicher Länge sind die Fasern auch von ziemlich gleicher Dicke. Ueberhaupt zeichnet sich diese Faser durch grosse Homogenität aus. Die Dicke der Fäden beträgt etwa 0.18—0.24 Millim. Von allen Fasern gehen zahlreiche kleine, glänzende Fäserchen ab; es sind dies nämlich sich ablösende Bastzellen. Die Faser ist fast weiss, hat einen eben nur merklichen Stich in's Gelbliche, und ist ziemlich glänzend.

Schwefelsaures Anilin verändert die Farbe dieser Faser nicht. Durch Jod und Schwefelsäure wird sie für das unbewaffnete Auge grünlichblau bis blau gefärbt. Kupferoxydammoniak bringt sie in Lösung.

Lufttrocken enthält die Faser 5.67, mit Wasserdampf gesättigt, 13.48 Proc. Wasser. Die völlig getrocknete Faser giebt 1.30 Proc. krystallfreie Asche.

Mikroskopisch erkennt man an dieser Faser zweierlei histologische Elemente, nämlich Bastzellen und parenchymatische Zellen. Die Bast-

---

1) Vgl. Royle l. c. p. 303 ff. und Miquel, Fl. v. N. J. III. p. 481.

2) Vgl. Royle l. c. p. 268 und 306 ff.

zellen messen nach der Länge 0.7—3 Cent. Die maximale Breite der Bastzellen beträgt 0.018—0.025 Millim., das Lumen meist etwa ein Drittel der Breite der Zellen. Sehr bemerkenswerth erscheint mir die Wahrnehmung, dass die Bastzellen schon durch geringe Quetschungen unter Annahme einer zarten Längsstreifung eine ausserordentliche Breite gewinnen, welche nicht selten die natürliche Breite um das drei- bis vierfache überragt. Die Bastzellen werden durch Jod und Schwefelsäure blau, die parenchymatischen Zellen gelblich oder grünlich gefärbt. Gegen Kupferoxydammoniak zeigen die Bastzellen eine beispiellose Widerstandslosigkeit. Während die äusseren Zellwandschichten selbst der sich vollständig in Kupferoxydammoniak löslichen Bastzellen stets eine gewisse Resistenz der ersten Einwirkung dieses Reagens entgegensetzen, verfallen die Bastzellen der *Calotropis gigantea* einer fast momentanen Lösung. Nur die Innenhaut hält sich etwas länger. Schwefelsaures Anilin verändert die Bastzellen der genannten Pflanze nicht im geringsten.

Die parenchymatischen Zellen, wahrscheinlich Reste der Bastmarkstrahlen, sind dünnwandig; ihre Länge beläuft sich auf 0.036—0.045, ihre Breite auf 0.030—0.036 Millim.

Böhmeriafasern [1]).

(Chinagras und Ramie).

Alle Nesseln sind reich an Bast, ihre Bastzellen sind zudem verhältnissmässig lang, fest und dauerhaft. Dies ist die Ursache der vielen Bestrebungen, die Bastfasern dieser Pflanzen nutzbar zu machen. In den verschiedensten Ländern (Europa, Indien, Sibirien, Japan, Australien u. s. w.) ist man, wie es scheint, spontan, auf die Gewinnung von Nesselfasern gekommen. Die Verwendung der Nesselfaser (aus *Urtica dioica L.*) in Europa scheint nie eine sehr ausgedehnte gewesen zu sein. Mit der Einführung der Baumwolle nach Europa hörte die Erzeugung von Nesselgarn und Nesseltuch ganz auf. In den übrigen der genannten Länder werden seit Alters her und auch noch gegenwärtig mehrere Arten von Nesseln auf spinnbare Bastfaser ausgebeutet.

Von den aussereuropäischen Nesselfasern sollen hier nur diejenigen besprochen werden, welche in die europäische Industrie Eingang gefunden haben, nämlich das Chinagras und die Faser Ramie (Rameh).

---

1) S. Wiesner und Ungerer, Untersuchungen über das Chinagras und die Faser Ramie in: Mikr. Unters. p. 18 ff.

Das Chinagras stammt von *Böhmeria nivea Gaud.* (= *B. nivea Hook. et Arn.* z. Th. = *Urtica nivea L.*), die Ramiefaser zum grössten Theile von *Böhmeria tenacissima Gaud.* (= *Urtica nivea L. β tenacissima* = *Urtica tenacissima Roxb.* = *Böhmeria utilis Bl.* = *B. nivea Hook et Arn* z. Th.). Doch kommen — so viel kann ich aus eigener Erfahrung mittheilen — manchmal unter dem Namen Ramiefaser auch andere Nesselfasern im Handel vor. Die Feststellung ihrer Abstammung dürfte jedoch mit grossen Schwierigkeiten verknüpft sein. Nach Junghuhn[1]) soll auch *Böhmeria sangüinea Hassk.* Ramie liefern, welche den europäischen Spinnereien zugeführt wird.

10. Chinagras.

Die Bastfaser von *Böhmeria nivea* wird mit dem Namen Chinagras, China grass, Tchou Ma (chin.) bezeichnet.

Die genannte Pflanze wird im Süden Asiens, besonders häufig in Indien und auf den umliegenden Inseln, ferner in China cultivirt. Es scheint als würde die Culturmethode einen wichtigen Einfluss auf die Güte der Faser ausüben[2]). Auch die Art der Abscheidung und Bleichung der Faser influirt die Feinheit, Weisse und Biegsamkeit derselben. Von der *Böhmeria nivea* wird sowohl der zu äusserst festen Seilerarbeiten dienende Bast, als auch eine feine, weisse, glänzende Faser abgeschieden, welche den Namen »cotonisirtes Chinagras« führt.

Der Bast der *Böhmeria nivea* löst sich nie völlig rein von den umliegenden Geweben ab, es haften stets noch kleinere oder grössere Quantitäten von letzteren daran, so dass es zum Verständniss der morphologischen Verhältnisse dieses Bastes unumgänglich nothwendig ist, auf die Histologie der Stengel dieser Pflanze einzugehen.

Die Stengel der *Böhmeria nivea* sind zur Zeit der Einsammlung von einer farblosen oder blassbräunlichen Oberhaut bedeckt, welche aus kleinen, parallel der Axe des Organs etwas gestreckten, etwa 0.014 Millim. langen Oberhautzellen besteht. Einzelne Oberhautzellen verlängern sich zu kurzen Haaren. An trockenen Stengeln gelingt es selbst nach längerem Durchweichen in Wasser nur schwer, die Oberhaut in längeren Strecken abzuziehen, so fest legt sie sich an das unterliegende Gewebe, ein aus tangential abgeplatteten Zellen bestehen-

---

1) l. c. p. 175.

2) Ueber die Cultur des Chinagrases s. Royle l. c. p. 359 ff.; Teysman, Botanische Reise nach Banka; Miquel, Sumatra.

des Collenchymgewebe, an. Der tangentiale Durchmesser dieser Zellen misst etwa 0.03—0.04 Millim. Hinter diesem Collenchym, dem Inneren des Stammes zugewendet, liegt ein aus kleinen rundlichen Zellen bestehendes Parenchym, dessen Elemente entweder Chlorophyll oder kleine Krystallaggregate von oxalsaurem Kalk führen. Erst hinter diesem Gewebe kommt der Bast zu liegen, dessen Zellen sich durch ausserordentliche Grösse des Querschnittes auszeichnen. An den Bast schliesst sich das zartwandige Cambiumgewebe, an dieses der ein deutliches Mark beherbergende Holzkörper der Stengel an.

Der Bast der genannten Pflanze enthält ausser den höchst characteristischen Bastzellen, welche ich unten bei Betrachtung des cotonisirten Chinagrases näher beschreiben werde, noch Reste von Rindenparenchym, und zwar sowohl Chlorophyll führende als mit oxalsaurem Kalk beladene Zellen, und manchmal selbst kleine Mengen des Collenchymgewebes. Verascht man den Bast, so findet man darin stets kleine krystallartige Bildungen, welche von dem durch die Verbrennung in Kalk umgewandelten oxalsaurem Kalke der Parenchymzellen herrühren.

Der Bast von *Böhmeria nivea* ist weisslich, gelblich oder licht bräunlich manchmal etwas grünlich gefärbt, wenn nämlich durch unvollkommene Abscheidung des Bastes sich mit demselben grössere Mengen von Chlorophyll führenden Parenchymzellen abgetrennt haben.

Der genannte Bast ist ausserordentlich zähe und fest. Mit schwefelsaurem Anilin behandelt wird er fast gar nicht gefärbt, ein Zeichen, dass die Bastzellen dieser Pflanzen fast gar nicht verholzt sind, und hierin und in der starken Verdickung der Zellwände sind die Gründe der ausserordentlichen Festigkeit dieser Faser zu suchen.

Der Bast der Pflanze wird in den Heimatländern häufig zur Verfertigung von Bindfaden, Seilen, Tauen u. s. w. verwendet. Es ist bemerkenswerth, dass derselbe nicht aus breiten Streifen, sondern aus groben Fasern besteht, die aber, nach den unverletzten Grenzflächen zu urtheilen, nicht durch Zerreissen entstanden, sondern höchst wahrscheinlich durch eine Art Röste erhalten worden sind.

Das cotonisirte Chinagras besteht aus überaus feinen, weissen, glänzenden Fasern, welche aus den Stengeln von *Böhmeria nivea* durch ein sehr vollkommenes Verfahren erhalten wurden. Das cotonisirte Chinagras dient zur Herstellung sehr feiner, weisser, glänzender Gewebe. Ueber die Darstellung dieser Faser finden sich Angaben bei Royle[1]), doch scheint das in China übliche Verfahren noch nicht genau bekannt zu sein.

Die Fasern sind entweder einzelne Bastzellen oder Fragmente isolirter Bastzellen, oder endlich kleine Bastzellengruppen. Die Bast-

1) l. c. p. 362.

zellen sind in dem Faserstoff wohl deutlich zu erkennen; aber sie sind doch nicht mehr im unverletzten Zustande darin enthalten, vielmehr zeigen sie sehr auffällige Demolirungserscheinungen.

Die unveränderten Bastzellen der *Böhmeria nivea*, wie sie durch Behandlung des Bastes mit verdünnter Chromsäure erhalten werden können, haben eine Länge bis zu 22 Centim., eine selbst für Bastzellen beispiellose Grösse. Der maximale Durchmesser der Zellen beträgt 0.04—0.08, meist etwa 0.05 Millim. Die Bastzellen sind an beiden Enden kegelförmig ausgezogen, die Enden selbst sind aber nicht spitz, sondern abgerundet. Im übrigen sind diese Zellen cylindrisch mit unregelmässigen Leitlinien. Das Lumen der Bastzellen erscheint im Querschnitte als mehr oder minder breite Spalte. Die Fasern des cotonisirten Chinagrases sind im Umfange stark zerstört. Reste der äusseren Zellwandschichten haften der Faser häufig in Form riemenförmiger Fetzen an. An den Enden, welche häufig, ähnlich wie die Baumwollenfasern um ihre Axe gedreht sind, fehlen die äusseren Zellwandschichten oft gänzlich. Die Fasern sind auch häufig von Sprunglinien durchsetzt. Die Mehrzahl der Fasern des cotonisirten Chinagrases haben blos eine Länge von 6 Centim. Doch steigt die Länge manchmal bis auf 20 Centim. und darüber. Die Querschnitte der Fasern erscheinen deutlich geschichtet. Sowohl an den unveränderten Bastzellen als an den Fasern des cotonisirten Chinagrases findet man manchmal im Innern einen protoplasmatischen Wandbeleg.

Jod und Schwefelsäure färben die Bastzellen und ebenso die Fasern des cotonisirten Chinagrases kupferroth bis himmelblau. Die genannte, manchmal als Wandbeleg auftretende Protoplasmaschicht färbt sich merkwürdigerweise oft schon durch Jod allein blau, obschon darin keine Spur von Stärkekörnchen nachweisbar ist. Kupferoxydammoniak treibt die Fasern enorm auf, ohne sie jedoch völlig zu lösen. Schwefelsaures Anilin ruft keinerlei Veränderungen hervor.

Das lufttrockene cotonisirte Chinagras enthält 6.52 Proc. Wasser. Durch 24 Stunden bei 20° C. in einem mit Wasserdampf völlig gesättigten Raume aufbewahrt, steigert sich der Wassergehalt bis auf 18.15 Proc. Die Aschenmenge der trockenen Substanz beträgt 1.70 Proc.

11. Ramiefaser.

Die Bastfaser der *Böhmeria tenacissima Gaud.* wird mit den Namen Ramie, Rameh, Ramee, Rheea (Assam), Kunkhoora (Rungpore), Pulas (sumat.), Kaloeï (sund.) bezeichnet[1].

[1] Vgl. Royle l. c. p. 349 und Miquel, Sumatra p. 96. Junghuhn l. c. I. p. 176.

Diese in Indien heimische Pflanze wird überall in Südasien, auf den Sundainseln, Molukken, Mariannen, in China und Japan cultivirt[1]).

Die Cultur dieser Pflanze ist uralt[2]). In vielen Gegenden Indiens und Chinas steht hierfür eine rationelle Methode seit langer Zeit in Anwendung, nach welcher nicht nur der Ertrag des Bodens an Fasern ein sehr hoher wird, sondern auch eine Faser von ausserordentlicher Festigkeit und Zähigkeit erzielt wird. Es scheint ausser der Bastfaser von *Asclepias tenacissima* keine vegetabilische Faser zu existiren, welche in der Festigkeit gegen das Zerreissen der Ramiefaser gleich käme[3]). Nach Zerreissungsversuchen, welche von G. Aston angestellt wurden, ertragen Fäden von Ramiefasern, die aus einer bestimmten Zahl von Fasern angefertigt wurden, eine doppelt so grosse Belastung als Fäden aus reinem Hanf guter Qualität, die aus derselben Anzahl von Fasern verfertigt wurden. Gegen Aston lässt sich wohl der Einwand erheben, dass durch den Versuch keine Garantie dafür gegeben ist, dass die Querschnitte der Fasern in beiden Fällen völlig gleich waren; aber immerhin folgt aus den genannten Beobachtungen, dass die Ramiefasern dem Zerreissen einen weitaus grösseren Widerstand entgegensetzen als die Hanffasern.

Aus *Böhmeria tenacissima* wird ähnlich wie aus *Böhmeria nivea* sowohl roher Bast als eine feine spinnbare, sog. cotonisirte Faser dargestellt.

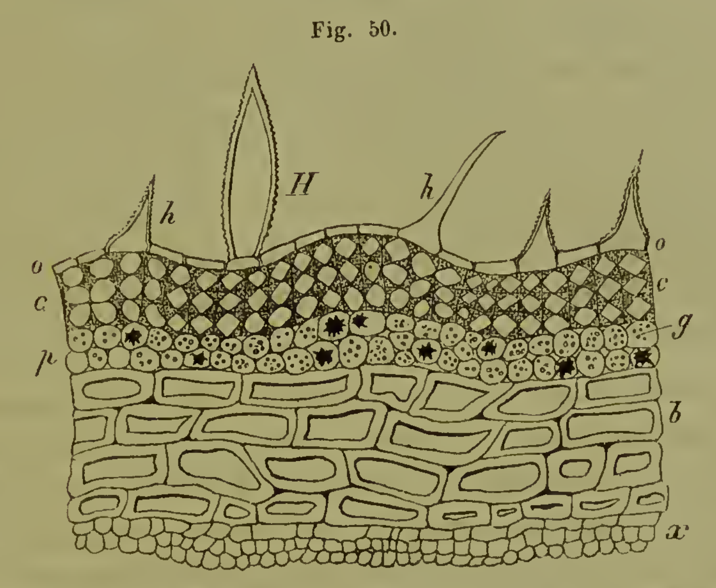
Der Bast der *Böhmeria tenacissima* besteht ähnlich so wie der Chinagrasbast nicht nur aus Bastzellen, sondern auch aus anderen benachbarten histologischen Elementen des Stengels der Stammpflanze, weswegen es nothwendig erscheint, auf den anatomischen Bau der Stengel etwas näher einzugehen.

Der Stengel der *Böhmeria tenacissima* zeigt eine grosse Uebereinstimmung in der histologischen Zusammensetzung mit dem Stengel der *Böhmeria nivea*. Er wird von einer lichtbräunlichen bis dunkelbraunen Oberhaut bedeckt, die sich aus kleinen in die Länge gestreckten Oberhautzellen zusammensetzt. Die Länge der letzteren beträgt etwa 0.015 Millim. Einzelne Oberhautzellen verlängern sich zu starren, mit einer grobkörnigen Cuticula versehenen Haaren. Die Mehrzahl dieser Haare ist kurz, mit freiem Auge kaum kenntlich; nur verhältnissmässig wenige Haare sind gross, schon mit unbewaffnetem Auge sichtbar und lassen eine eingeschnürte Basis erkennen, was die kurzen Haare nicht zeigen. An die Oberhaut schliesst sich ein Collenchym-

1) Miquel, Flora von Nederl. Indie I. 2. p. 254.
2) Rumph. Herbar. Amboïn. V. p. 214.
3) Royle l. c. p. 268.

gewebe an, dessen Zellen in tangentialer Richtung etwa 0.041 Millim. messen, und im Baue mit dem analogen Gewebe der Stengel von

Fig. 50.



Vergr. 300. Querschnitt durch den Stengel der *Urtica tenacissima*. *o* Oberhaut. *H*, *h* Haare. *c* Collenchym. *p* Parenchym, dessen Zellen theils Chlorophyll (*g*), theils Krystallaggregate von oxalsaurem Kalk führen. *b* Bastzellen. *x* Cambium.

Böhmeria nivea übereinstimmen. Darauf kommt nach dem Innern des Stammes hin ein kleinzelliges Parenchym zu liegen, dessen Zellen theils Chlorophyll, theils oxalsauren Kalk in Form von Krystallaggregaten führen. Erst an dieses Gewebe schliesst sich der Bast an, dessen Zellen sich schon wegen ihrer verhältnissmässig ausserordentlichen Grösse deutlich von dem nach aussen (Parenchym) und innen zu (Cambium) liegenden Nachbargeweben abheben.

Der Bast der *Böhmeria tenacissima* hat eine schmutzig grünliche oder graubräunliche Farbe. Mikroskopisch untersucht findet man, dass er neben Bastzellen auch noch kleine Quantitäten von Parenchym- und manchmal sogar von Collenchymzellen führt. Die Parenchymzellen führen theils Chlorophyll, theils Krystallaggregate von oxalsaurem Kalk, die sich am leichtesten in der Asche des Bastes nachweisen lassen. Mit schwefelsaurem Anilin behandelt nimmt dieser Bast eine nur ganz schwach gelbliche Farbe an, ein Zeichen, dass dessen Zellen nur sehr schwach verholzt sind.

Die rohe nicht cotonisirte Faser dieser Pflanze wird in Indien zur Herstellung von ausserordentlich festen und dauerhaften Seilen, Stricken, Bindfaden und dgl. benutzt. Die Faser unterscheidet sich vom Baste blos dadurch, dass ihre Breite meist nur etwa 0.02—0.25 Millim. beträgt.

Die cotonisirte Ramiefaser hat einige Aehnlichkeit mit dem cotonisirten Chinagras, unterscheidet sich aber von diesem sofort durch

einen geringeren Glanz. Auch scheint die cotonisirte Ramiefaser nie jene blendende Weisse zu erreichen, die dem cotonisirten Chinagras eigenthümlich ist, und diesen Faserstoff zur Herstellung von schneeweissen, seidenartigen Geweben tauglich macht. Die Form der die Ramiefaser zusammensetzenden Bastzellen harmonirt mit der Gestalt der Bastzellen des Chinagrases vollkommen. Auch die Wanddicken stimmen bei beiden Arten von Bastzellen überein. Hingegen zeigen sich auffällige Unterschiede in den Dimensionen, und zwar sowohl in den Längen als in den Querdurchmessern. Die Länge der Ramie-Bastzellen scheint sich nie über 8 Centim. zu erheben. Die Maxima der Querschnittsdurchmesser variiren von 0.016—0.126 Millim.

Die cotonisirte Ramiefaser besteht blos aus Bruchstücken von Bastzellen. Niemals habe ich in diesem Faserstoff der Länge nach unverletzte Bastzellen aufgefunden. Auch besteht diese Faser nicht aus rein isolirten Zellen; es haften vielmehr fast immer noch mehrere Bastzellen fest aneinander. So wie die Verbindung der Bastzellen in der cotonisirten Ramiefaser nicht völlig aufgehoben ist, ähnlich so ist auch die natürliche Vereinigung der Bastzellen mit den parenchymatischen Nachbarzellen des Bastes der Ramiepflanze nicht völlig gelöst. Bei genauer mikroskopischer Untersuchung findet man, dass zwischen den Bastzellen in der cotonisirten Ramiefaser auch noch Parenchymzellen vorkommen, die mit oxalsaurem Kalk erfüllt sind. Verascht man cotonisirte Ramiefasern, so findet man deshalb fast immer noch Krystalle im Rückstande, eigentlich krystallartige Formen von Kalk, die durch Verbrennen des oxalsauren Kalkes entstanden sind.

Auch die cotonisirte Ramiefaser lässt in den äusseren Zellwandschichten ähnliche Zerstörungserscheinungen erkennen, wie die cotonisirte Chinagrasfaser. Auch der protoplasmatische Wandbeleg, den einzelne Zellen der letzteren erkennen lassen, fehlt in den Ramie-Bastzellen nicht. Die Querschnitte der Bastzellen sind deutlich geschichtet.

Durch Jod und Schwefelsäure wird die cotonisirte Ramiefaser kupferroth bis blau. Kupferoxydammoniak färbt sie momentan blau und löst sie schliesslich bis auf die innersten Zellwandschichten und etwaige Reste von Collenchym- und Parenchymgewebe auf. Die protoplasmatischen Wandbelege, welche in einzelnen Bastzellen der Ramiefaser auftreten, werden durch Jod gelb gefärbt. Schwefelsaures Anilin, welches das cotonisirte Chinagras gar nicht verändert, färbt die cotonisirte Ramiefaser etwas gelblich.

Die lufttrockene cotonisirte Ramiefaser enthält 6.68 Proc. Wasser. In mit Wasserdampf völlig gesättigtem Raume steigt, bei mittlerer

Temperatur, der Wassergehalt bis auf 18.55 Proc. Die völlig getrocknete Faser liefert 1.94 Proc. Asche.

Die rohe bastartige Faser der *Böhmeria nivea* und *B. tenacissima* wird zu Seilerwaaren, die cotonisirte Faser beider zur Herstellung von Geweben (Grass-cloth, Ardeas) benutzt[1]). Seit den fünfziger Jahren werden Gewebe aus Chinagras, die früher nur aus Indien und China nach Europa gebracht wurden, auch in England und Frankreich dargestellt. Es wurden damals wohl auch schon Versuche mit der Herstellung von »Grasleinen« in Deutschland gemacht[2]); aber erst in neuester Zeit hat man dort (Chemnitz, Oldenburg) angefangen, das Chinagras fabrikmässig zu verarbeiten[3]).

Jute und juteähnliche Fasern.

12. Jute[4]).

Die Jute ist die Bastfaser mehrerer indischer *Corchorus*-Arten, Pflanzen aus der Familie der Tiliaceen. In den Heimatländern der Stammpflanzen wird diese Faser seit undenklichen Zeiten zu groben Geweben verarbeitet und bildet dort den am meisten verarbeiteten vegetabilischen Faserstoff. In der europäischen Industrie kennt man diese Faser erst seit etwa 40 Jahren. Aber erst von den fünfziger Jahren dieses Jahrhunderts an hat die Jute für die Spinnereien Englands und des Continents eine grössere Bedeutung erhalten. Namentlich hat der Mangel an russischem Hanf in England zur Zeit des Krimkrieges veranlasst, Jute in grossen Mengen aus Indien dahin bringen zu lassen. Aber auch die Baumwollennoth zur Zeit des amerikanischen Bürgerkrieges soll höchst begünstigend auf die englische Juteindustrie gewirkt haben (Grothe). — Schon im Jahre 1866 betrug die Einfuhr von Jute nach England das doppelte der eingeführten Hanfmenge. Gegenwärtig gehört die Jute zu den wichtigsten Spinnstoffen der europäischen Industrie, und wird auch bereits sehr stark auf dem Continente (in Frankreich, Belgien, Deutschland, Oesterreich u. s. w.) verarbeitet.

Die grössten Mengen von Jute liefert der cultivirte *Corchorus capsularis*. Aber auch der in den wärmeren Ländern Asiens häufig

---

1) Schedel, Waarenlexikon p. 34.

2) Schacht, Die Prüfung der im Handel vorkommenden Gewebe. Berlin 1853 p. 40.

3) Merck, Waarenlexikon. Leipzig 1870 p. 95.

4) Vgl. hierüber Wiesner, Studien über die Eigenschaften einiger indischer Pflanzenfasern in: Mikrosk. Untersuchungen p. 26. ff.; ferner Wiesner in: Ausland 1869. p. 830 ff.

als Gemüse gebaute *C. olitorius* liefert grosse Quantitäten von Jute. Unerheblich sind die Fasermengen, welche wildwachsende Pflanzen von *C. capsularis* und *olitorius*, ferner cultivirte Formen von *Corchorus fuscus L.* und *C. decemangulatus Roxb.* liefern. Alle Jutepflanzen sind einjährige Kräuter.

Corchoris capsularis wird stark in Indien [1]) und den umliegenden Inseln, in China, in neuerer Zeit auch in Algier [2]) gebaut. Auch in Guiana und anderen Ländern des amerikanischen Continents soll diese Pflanze bereits cultivirt werden. *C. olitorius* wird in einigen Gegenden Indiens als Faserpflanze, häufiger aber als Gemüse gezogen, und zwar nicht nur in Indien, sondern auch in Aegypten, Arabien und Palästina. — Ausser den vier genannten Species von *Corchorus*, die alle cultivirt werden, kommen in Indien noch mehrere andere Arten dieser Gattung wildwachsend vor, die aber nicht zur Fasergewinnung dienen.

Die Cultur der *Corchorus*-Arten macht keinerlei Schwierigkeit. Die Aussaat der Samen erfolgt im April oder Mai, wenn anhaltender Regen den Grund stark durchfeuchtet hat. Im Juni oder Juli tritt die Blüthe, im September oder October die Fruchtreife ein. Wie bei Hanf, Flachs, Chinagras und wahrscheinlich allen Pflanzen nimmt die Festigkeit und Biegsamkeit der Bastfaser zur Zeit der Fruchtreife ab. Es tritt eine Verholzung der Bastzellen ein, wie sich durch Anwendung von schwefelsaurem Anilin erweisen lässt, und in Folge dessen stellt sich eine grosse Sprödigkeit der Faser ein. Deshalb trachtet man die Jute, wie überhaupt alle Bastfasern, vor dem Eintritt der Fruchtreife vom Felde zu bringen.

Der Ertrag des Bodens an Jute soll zwei- bis fünfmal, nach einigen Angaben zehnmal so gross sein als an Hanf oder Flachs. Zweifelsohne ist die Fasermenge, welche der Boden producirt, wenn er mit Jute bepflanzt ist, ein sehr grosser. Es liegt dies einerseits in der Höhe, welche die Pflanzen in der Cultur erreichen, andererseits in der grossen Bastmenge der Stengel. Die Triebe erreichen eine Höhe von 3—4 Meter.

Die vom Felde gebrachten Jutepflanzen werden von den Seitentrieben, Blättern und Fruchtkapseln befreit, in dicke, lockere Bündel zusammengefasst, und einer Kaltwasserröste in langsam fliessendem Bachwasser unterworfen. Schon nach wenigen Tagen ist die Auflockerung in den Geweben der Jutestengel so weit fortgeschritten, dass

---

1) In einigen indischen Bezirken (Dinajpore, Rungpore und Purneah) wird nach Royle *C. caps.* als Gemüse, hingegen *C. olitorius* der Faser wegen gebaut.

2) Exp. univ. 1867. Algérie. Catal. spec. p. 73. In Algier wird die Jutepflanze corite textile genannt.

sich der Bast in langen Streifen vom Stamme ablösen lässt. Die Abscheidung des Bastes wird noch immer durch Handarbeit geleistet. Die Procedur ist eine höchst einfache und besteht blos darin, dass von dem aus dem Wasser heraus genommenen Stengel der Bast abgestreift, durchs Wasser hindurchgezogen und durch die Luft geschwungen wird. Trotz dieser höchst elementären Gewinnungsweise ist die Jutefaser doch ausserordentlich rein, und so völlig vom Nachbargewebe befreit, wie gehechelter Hanf oder Flachs. Durch die Röste wird nicht nur der Bast vom umliegenden Gewebe abgelöst, sondern es vollzieht sich auch gleichzeitig ein Zerfall der Bastbündel, so dass das Product nicht einen bastartigen, sondern mehr oder minder feinfaserigen Character erhält.

Die Jutefaser hat gewöhnlich eine Länge von 1.5 — 2.5 Meter. Doch kommen auch kurzfaserige Jutesorten im Handel vor, die wohl hauptsächlich von *Corchorus olitorius* und wildwachsenden Jutepflanzen herrühren dürften. Manchmal erreicht die Jute auch eine Länge von 3 Met. und selbst darüber. Von gewöhnlichem Flachs und Hanf unterscheidet sich die Jute durch einen starken seidigen Glanz, und wie ich zuerst zeigte, durch das Verhalten gegen schwefelsaures Anilin. Während selbst ganz geringe Sorten von Hanf und Flachs durch dieses Reagens fast gar nicht oder nur schwach gelblich gefärbt werden, nehmen alle Jutesorten, selbst die besten, weissesten, mit schwefelsaurem Anilin behandelt, alsbald eine intensiv goldgelbe bis orangegelbe Farbe an. Wenn es nun auch gelingt durch dieses Reagens die Jute von Flachs und Hanf auf das Bestimmteste zu unterscheiden, so ist die genannte Farbenreaction doch nicht der Jute allein eigenthümlich, indem auch die beiden unten zu beschreibenden juteähnlichen Fasern (von *Abelmoschus tetraphyllos* und *Urena sinuata*), ferner noch mehrere andere Faserstoffe, nämlich alle diejenigen, welche stark verholzt sind, wie ich gefunden habe, eine gleiche oder doch ähnliche Reaction geben.

Frische Jute ist stets nur wenig gefärbt, sie zeigt nämlich eine weissliche, in's flachsgelbe geneigte Farbe. Manche Jutesorten ändern nur wenig ihre Farbe. Andere, und zwar die Mehrzahl der Sorten, nehmen hingegen unter dem Einflusse der Atmosphäre, besonders bei längerer Einwirkung von Feuchtigkeit eine tiefere Färbung an, die sich bis zu einem tiefen Braun steigern kann. Diese Farbenänderung zeigen am deutlichsten solche Jutegewebe, die lange im Gebrauche standen, z. B. Kaffee-, Baumwollensäcke aus Jute u. s. w. Wenn man bedenkt, dass die von den untersten Stengeltheilen herrührenden Faserpartien stets dunkler gefärbt sind als die übrigen, oft eine tiefbraune Farbe haben, während die von den oberen Stengeltheilen stammende

fast farblos sind, und weiter erwägt, dass der Verholzungsprocess, welcher der Bräunung stets vorangehen muss, an jeder Pflanze von unten nach oben zu vorwärtsschreitet, so gewinnt die Annahme, dass die ungefärbten und im Gebrauche sich nur wenig färbenden Jutesorten von jungen, lange vor der Fruchtreife geernteten Stengeln, die sich rasch bräunenden von älteren Stengeln herrühren, an denen die Früchte vielleicht schon zur Reife kamen, gewiss einige Berechtigung. Indess dürfte bei dem Umstande, dass die Jute des Handels von verschiedenen Species von *Corchorus* herrührt, nicht zu übersehen sein, dass auch die Art der Stammpflanze diese Unterschiede bedingen könnte, wie ja selbst die Varietäten von Hanf und Flachs in ihren Eigenschaften sehr auseinander gehende Fasern liefern.

Die Breite der Fasern ist je nachdem der Röstprocess eine grössere oder geringere Zerlegung der ursprünglichen Bastbündel in Fasern hervorrief, sehr variabel. Die vom oberen Stengeltheile herrührenden Fasern sind feiner, also weniger breit als die vom unteren Stammende herkommenden. Die im Mikroskop zu sehenden Breiten der Fasern betragen 0.03—0.14, im Mittel etwa 0.08 Millim. Nur an den feinsten Jutesorten ist die Zerlegung des Bastbündels so weit fortgeschritten, dass einzelne Bastzellen zum grössten Theile isolirt erscheinen.

Frische, fast weisse Jute enthält im lufttrockenen Zustande nur 6 Proc. Wasser. In einem mit Wasserdampf völlig gesättigten Raume steigt, bei mittlerer Temperatur, die Wassermenge bis auf 23.3 Proc. Stark bräunlich gewordene Jute führt lufttrocken über 7.11, und im Maximum der Sättigung 24.01 Proc. Wasser. Die Aschenmenge der völlig getrockneten Jute beträgt 0.9 — 1.74 Proc. Die Asche ist krystallfrei.

Alle Jutesorten werden durch Jodlösung goldgelb gefärbt. Auf Zusatz von Schwefelsäure wird die Färbung dunkler gelb, bis braun. An einzelnen Stellen, besonders an den Enden, färbt sich die Faser etwas bläulich grün. Wird die Jute mit verdünnter Chromsäure oder mit Kalilauge vorbehandelt, so nimmt sie durch Jod und Schwefelsäure eine schöne blaue Farbe an. Kupferoxydammoniak färbt die unveränderte Jutefaser bläulich und bringt sie zur schwachen Quellung. Wird hingegen die Faser so behandelt, dass sie durch Jod und Schwefelsäure gebläut werden würde, so wird sie durch Kupferoxydammoniak nach starker Aufquellung ohne Rückstand in Lösung gebracht.

Um die Jutefasern mit aller Sicherheit von den übrigen vegetabilischen Gespinnstfasern unterscheiden zu können, genügen die angeführten makroskopischen Kennzeichen nicht; auch die Reaction mit

schwefelsaurem Anilin reicht hierzu nicht aus, wenn sich auch auf diese Weise einer Verwechslung mit Hanf, Flachs, Baumwolle, neuseeländischem Flachs, Chinagras, Ramiefaser und noch mehreren anderen Fasern vorbeugen lässt. Es ist nothwendig auf die morphologischen Eigenthümlichkeiten der die Jutefaser zusammensetzenden Elementarorgane einzugehen. Es gelingt dann nicht nur die Jute auf das Bestimmteste von allen anderen bekannten Pflanzenfasern zu unterscheiden, sondern es lässt sich dann auch nachweisen, ob die Jute von *Corchoris capsularis* oder von *C. olitorius* abstammt, was lange, und von mehreren Seiten, u. A. auch von Royle angezweifelt wurde.

Die Jute ist schon mehrmals zum Gegenstande mikroskopischer Untersuchung gemacht worden. Was Schacht[1]) als Bastfaser von *Corchorus capsularis* beschrieben hat, kann hier nicht in Betracht kommen, da er offenbar diese Faser mit dem Chinagras verwechselte. Die Beschreibung der Jutefasern in Seubert's allgemeiner Waarenkunde[2]) und die beigefügte Zeichnung sind nichtssagend, und heben die characteristischen Merkmale dieser Zellen gar nicht hervor. Ein Gleiches gilt für die von Grothe[3]) gegebene Beschreibung und Zeichnung. Vetilard[4]) giebt Zahlen über die Längen der Bastfasern der Jute, ein Zeichen, dass er Mittel in Anwendung brachte um die Zellen durch Auflösung der Intercellularsubstanz aus dem gegenseitigen Verbande zu bringen, und mithin auf dem richtigen Wege war, um die characteristischen Structurverhältnisse feststellen zu können. Die morphologischen Eigenthümlichkeiten der Jute sind ihm aber trotzdem unbekannt geblieben. Auch die übrigen mir bekannt gewordenen Daten über die mikroskopischen Charactere der Jutefasern konnten mich nicht befriedigen, und ich unternahm es deshalb die Sache durch eigene Beobachtungen festzustellen[5]).

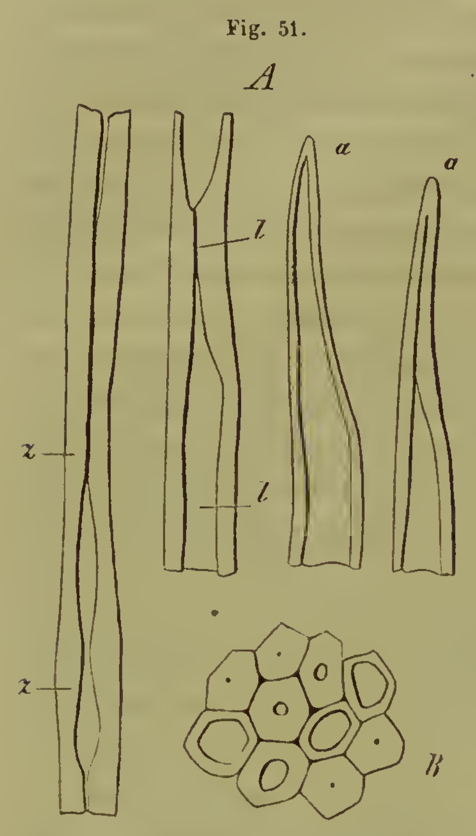
Fertigt man Querschnitte durch den Stengel von *Corchorus capsularis* oder *C. olitorius* an, oder erzeugt man Querschnitte durch die Faser selbst, was an durch Gummi strangweise zusammengeklebten Fasern leicht gelingt, so erhält man im Mikroskop ein Bild, welches sich von den Querschnittsansichten fast aller spinnbaren Bastfasern sehr auffällig unterscheidet. Die Zellen erscheinen in dieser Ansicht polygonal, fünf- bis sechsseitig, mit auffällig ungleichen Hohlräumen versehen. Es hat nach diesem Bilde zu urtheilen den Anschein, als

---

1) Die im Handel vorkommenden Gewebe. Berlin 1853. p. 42.
2) Stuttgart 1867 II. p. 446.
3) Muspratt's Chem. V. p. 174.
4) Compt. rend. 66. p. 896.
5) S. Ausland 1869 p. 833 und Mikr. Unters. p. 27 ff.

würden einige Zellen sehr dünnwandig andere mässig verdickt, und der Rest aussergewöhnlich dickwandig sein, denn manche Zellen haben ein grosses, andere ein kleines Lumen, und in einigen scheint letzteres auf einen einzigen Punct reducirt zu sein. Die Bilder der isolirten Bastzellen der Jute werden jedoch lehren, dass diese Ungleichförmigkeit der Hohlräume nicht in einer verschiedenen Verdickung der Zellen des Bastgewebes, vielmehr in einer ungleichartigen Verdickung der Zellmembrane jeder einzelnen Bastzelle ihren Grund hat.

Fig. 51.



Vergr. 400. *A* Bruchstücke isolirter Bastzellen aus der Jutefaser. *aa* natürliche Enden. *zz* Zellwand. *ll* Lumen der Zelle. *B* Querschnitt durch die Jutefaser.

Zum genauen Studium der morphologischen Verhältnisse der Jute ist es nothwendig, die Faser in ihre Elementarbestandtheile zu zerlegen, was ebensowohl durch verdünnte Chromsäure als durch Kalilauge gelingt. Die Zellen treten alsbald aus dem gegenseitigen Verbande und lassen sich mit den Nadeln auseinander lösen. Man erkennt hier zunächst, dass die Jute blos aus Bastzellen zusammengesetzt ist. Es lassen allerdings sehr viele andere Fasern (z. B. Flachs) die gleiche Einfachheit im Baue erkennen. Aber es existiren auch Fasern, die im Aussehen mit der Jute eine grosse Uebereinstimmung zeigen, z. B. die Fasern von *Abelmoschus tetraphyllos* und *Urena sinuata*, in welchen ausser Bastzellen noch andere histologische Elemente auftreten, und die deshalb, wie unten noch näher auseinander gesetzt werden soll, von der Jute sehr wohl unterschieden werden können.

Die durch die genannten Reagentien isolirten Bastzellen lassen eine genaue Bestimmung ihrer Längen zu. Dieselbe schwankt zwischen 0.8—4.1 Millim., und es hat den Anschein, als würde in Bezug auf diese Dimension kein Unterschied zwischen den Bastzellen der vier genannten *Corchorus*-Arten bestehen. Für *Corchorus capsularis* und *C. olitorius*, welche vielleicht die ganze Jute, die auf den europäischen Markt kommt, liefern, möchte ich mit Bestimmtheit aussprechen, dass die Grenzwerthe für diese Längen mit den angeführten Zahlen übereinstimmen.

So wenig in den Längen der Bastzellen der beiden genannten

Pflanzen ein Unterschied sich wahrnehmen lässt, so bestimmt unterscheiden sich die maximalen Querschnittsdurchmesser der Bastzellen dieser beiden Gewächse. Es beträgt nämlich diese Dimension bei *Corchorus capsularis* 0.010—0.021, meist 0.016; bei *Corchorus olitorius* 0.016—0.032, meist 0.020 Millim.

Die Formen der Bastzellen der Jutepflanzen variiren sehr wenig. Sie sind annähernd cylindrisch, aussen jedoch stets etwas abgeplattet fünf- bis sechsseitig und am Ende kegelförmig, mit etwas abgerundeter Endfläche. Im ganzen Verlaufe der Zelllänge ergeben sich kleine Unregelmässigkeiten in den Breiten, die man im Mikroskop sehr leicht erkennt, die sich jedoch schwierig in Zahlen fassen lassen, da die Variation der einzelnen Zellen in dieser Beziehung eine ganz unbegrenzte zu sein scheint.

Höchst auffällig ist an jeder isolirten Bastzelle der Jutefaser der Nichtparallelismus des äusseren und inneren Contours, welcher dadurch hervorgerufen wird, dass die Membran jeder einzelnen Bastzelle an verschiedenen Stellen verschieden stark verdickt ist. An manchen Puncten ist die Zellwand so dünn wie an der Baumwolle oder gar an der vegetabilischen Seide, an anderen Stellen ist sie hingegen so dick, wie an der Leinenfaser und erscheint dann das Lumen der Zelle nur als dunkle Linie. Da die Zellwandverdickung in den nebeneinander liegenden Bastzellen eine verschiedene und unregelmässig wechselnde ist, so müssen jene oben beschriebenen Querschnittsformen der Bastzellen zum Vorschein kommen.

Die eben hervorgehobene ungleichförmige Verdickung der Zellwände der Bastzellen ist zwar nicht ausschliesslich der Jute eigenthümlich; ich habe dieselbe ausserdem noch constatirt an den Bastzellen von *Abelmoschus tetraphyllos*, *Urena sinuata*, *Thespesia Lampas*, *Holoptelea integrifolia* und *Kydia calycina*. Aber die beiden zuletzt aufgeführten Pflanzen geben keine spinnbare Faser, sondern blos ein dem Lindenbaste im Aussehen und der Verwendung gleiches Product. Eine Verwechslung der Jute mit dem Baste dieser beiden Pflanzen ist deshalb nicht möglich. *Thespesia Lampas* liefert in der Regel nur Bast, doch kann aus dieser Pflanze auch eine spinnbare Faser abgeschieden werden. Aber sowohl die Faser dieser Pflanze als auch die Faser von *Abelmoschus tetraphyllos* und *Urena sinuata* unterscheiden sich von der Jute auf das Bestimmteste dadurch, dass sie alle neben Bastzellen auch noch Bastparenchymzellen führen, welche Zellen zudem noch mit Krystallen von oxalsaurem Kalk gefüllt sind. Die drei zuletztgenannten Fasern liefern stets eine mit Scheinkrystallen von Kalk (entstanden durch Verbrennung aus oxalsaurem Kalk) durchsetzte Asche,

während die Asche der Jute völlig frei von derartigen krystallähnlichen Bildungen ist.

Diese Auseinandersetzung macht es klar, dass sich die Jute von allen übrigen bis jetzt bekannten verwendeten Fasern unterscheiden lässt. Zur Controle für die Richtigkeit der Bestimmung könnnen die Dimensionen der Länge und des Querschnittes dienen.

Zur Unterscheidung der Bastfaser von *Corchorus capsularis* und *C. olitorius* lassen sich, wie die oben angeführten betreffenden Daten lehren, die Längen der Elemente nicht benutzen. Hingegen eignen sich die Maxima der Querschnittsdurchmesser hierzu ganz gut, und reichen hierfür auch völlig aus, wenn man es mit unvermengten Fasern, also mit einem Faserstoff zu thun hat, der entweder blos von *Corchorus capsularis* oder von *C. olitorius* abstammt. Eine grössere Sicherheit in der Unterscheidung der beiden Fasern erhält man durch genauere Prüfung der Zellenden. Die Enden der Bastzellen beider Pflanzen sind langgestreckt conisch mit einer meist abgerundeten Endfläche an Stelle der Kegelspitze. Die Enden der Bastzellen von *Corchorus capsularis* sind in der Mehrzahl der Fälle schwach, hingegen die Enden der von *C. olitorius* herrührenden Bastzellen stark verdickt.

Die Jutefaser wird in den Heimatländern der Stammpflanze seit alter Zeit zur Herstellung von Stricken, Seilen und Geweben verwendet. Die besseren Sorten der letzteren führen in Bengalen den Namen Megila; die geringeren, welche nur als Packleinwand benutzt werden können, nennt man dort Tat oder Choti. Von letzterem Ausdrucke leitet Royle das Wort Jute ab. Im Bengalischen bedeutete Jute anfänglich Zeug, jetzt wird das Wort von den Hindus auch auf die rohe Corchorusfaser angewendet, und zwar verstehen sie unter Jute die Faser von *Corchorus olitorius*, unter Nalta Jute die Faser von *Corchorus capsularis*.

Die grössten Mengen von Jute werden von Calcutta aus in den Handel gesetzt. Es führte deshalb die Jute auch im europäischen Handel zur Zeit der Einführung den Namen Calcuttahanf, der aber wohl schon ausser Gebrauch gekommen ist. Eine sehr grosse Quantität dieses Spinnstoffes wird in Indien zur Herstellung der Gunnysäcke verwendet, die in der ganzen Welt bekannt sind und vorzugsweise zur Verpackung der amerikanischen Baumwolle und des javanischen Caffe's dienen. Die zur Herstellung dieser Säcke dienenden Gunnytücher (gunny cloth) werden jedoch auch nach Royle aus Sunn (Faser der *Crotalaria juncea*) gewoben, der in Madras Goni genannt wird, von welchem Worte auch der Name Gunny hergeleitet wird.

Die nach Europa gebrachte Jute wird fast gänzlich im ungebleichten Zustande versponnen, und zwar zu groben Zeugen die zur

Verpackung von Getreide, Mehl, Hopfen, Wolle und Kohle verwendet werden. Die groben Säcke werden nach der Bezeichnung der grossen schottischen Spinnereien Sackings und Baggings, die feineren Hessian genannt. Die Jute lässt sich auch bleichen. Gebleichte Jutegewebe werden zu Dundee erzeugt. Sie unterscheiden sich von gebleichten Hanfgeweben durch einen starken, fast seidenartigen Glanz, und werden wie diese verwendet.

Es wird häufig angegeben, dass die Jute einen unangenehmen Geruch besitzt. Der Rohstoff hat allerdings einen eigenthümlichen, jedoch nicht so intensiven und unangenehmen Geruch wie die Hanffaser. Jutegarne und Jutegewebe riechen häufig widerlich. Es rührt dieser Beigeruch jedoch nicht von der Faser, sondern von Thran her, mit dem die Faser, um sie leichter verspinnen zu können, häufig eingefettet wird. Dieser Geruch ist jedoch nicht so stark, um Jutesäcke zur Verpackung von Mehl untauglich erscheinen zu lassen, wie manchmal angegeben wird.

Die Jute lässt sich auch färben und wird in diesem aber auch im ungefärbten Zustande als Kette für Teppiche, zu Seilerarbeiten, Tragbändern und zur Verfertigung gemischter Gewebe in Anwendung gebracht.

13. Bastfaser von *Abelmoschus tetraphyllos Graham*[1].

Diese in Indien Rai bhendá genannte, in den gebirgigen Gegenden Hindostans gemeine Pflanze scheint mit *Hibiscus (Manihot) tetraphyllos Roxb.* identisch zu sein. Die aus den vor der Fruchtreife gesammelten Stengeln abgeschiedene Faser hat eine Länge von etwa 0.7 Meter. Die Farbe der Faser (Bastfaser) ist flachsgelb, stellenweise hellbraun. Namentlich zeigen die von dem unteren Stengeltheile der Pflanze herrührenden Bastfasern diese Bräunung. Der Feuchtigkeit ausgesetzt, tritt an dieser Faser viel rascher ein allgemeineres Braunwerden als bei der Jute ein. Dieses auf Bildung von Huminkörpern in den Zellwänden der Bastzellen beruhende Braunwerden schreitet bei dieser Faser so weit wie bei den schlechtesten Sorten von Jute vor; denn auch die Abelmoschusfaser nimmt wie gewöhnliche Jute mit der Zeit eine tiefbraune Farbe an. Die Güte der Faser leidet unter dieser Bräunung, indem sich hierbei nicht nur die Hygroscopicität der Faser steigert, sondern auch ihre Festigkeit abnimmt.

Die Abelmoschusfaser ist sehr feinfaserig. Die Dicke der Fasern beträgt gewöhnlich nur 0.03—0.07 Millim. In dieser Eigenschaft

---

1) S. Wiesner, Indische Faserpflanzen p. 8 ff.

stellt sie sich den besten Sorten von Jute an die Seite. Aber sie muss doch geringer als die Jute angesehen werden, da ihre Festigkeit wegen der schon genannten raschen partiellen Umsetzung der Zellwände in Huminsubstanzen sehr leidet.

Im Handel kommt diese Faser manchmal als Jute vor. Ich habe selbst Gelegenheit gehabt, dieselbe unter der Jute des europäischen Handels nachzuweisen.

Der Wassergehalt der lufttrockenen Faser beträgt 6.8—9.7 Proc. In mit Wasserdampf vollkommen gesättigtem Raume erhebt sich der Wassergehalt bis auf 13.0—22.7 Proc. Das niederste Maximum des Wassergehaltes entspricht der frischen, flachsgelben, das höchste der gebräunten Faser. Die völlig trockene Faser giebt 1.05 Proc. Asche.

Jodlösung färbt die Faser goldgelb. Auf Zusatz von Schwefelsäure wird blos die Intensität dieser Färbung gesteigert. Nur sehr selten habe ich an dieser Faser nach Einwirkung dieser beiden Reagentien ein Bläulich- oder Grünlichwerden beobachtet. Kupferoxydammoniak bläut die Faser augenblicklich und bringt sie, wenn das Reagens ganz frisch ist und Baumwolle rasch löst, zu starker Aufquellung. Schwefelsaures Anilin färbt die Faser intensiv goldgelb. Nach Vorbehandlung in Chromsäure wird die Faser durch Jod und Schwefelsäure gebläut, durch Kupferoxydammoniak ohne Rückstand gelöst und durch schwefelsaures Anilin nicht mehr verändert. — Diese Reactionen zeigen deutlich, dass es auf chemische Weise nicht gelingt, die Abelmoschusfaser von der echten Jute (Corchorusfaser) zu unterscheiden. Es gelingt hingegen durch Benutzung der morphologischen Charactere sehr wohl die beiden Fasern auf mikroskopischem Wege auseinander zu halten.

Die Faser, wie sie im Handel erscheint, setzt sich zum grössten Theile aus isolirten zarten Fasern von etwa 0.07 Meter Länge zusammen. Dazwischen finden sich noch halbzerlegte Faserbündel vor, die ein weitmaschig-netzartiges Aussehen zeigen. Die isolirten Fasern haben eine Dicke von 0.03—0.07 Millim. Der Länge nach unter dem Mikroskop ausgebreitet erscheinen zwischen vielen Fasern breite Spalten, welche von Bastmarkstrahlen herrühren, deren Zellen aber fast gänzlich aus dem Gewebe herausgefallen sind. Der Querschnitt jeder Faser setzt sich aus kleinen Polygonen mit fünf bis sechs Seiten zusammen, innerhalb welcher, ähnlich so wie bei der Jute, höchst ungleiche Hohlräume sichtbar werden.

In jedem Bastbündel des Stengels und fast in jedem einzelnen Bündel dieses Faserstoffes finden sich zweierlei histologische Elemente vor, nämlich Bastzellen und Bastparenchymzellen (gefächerte Bastzellen), welche letztere in der Jute fehlen.

Die Bastzellen sind durch Chromsäure leicht zu isoliren. Ihre

Länge misst blos 1—1.6 Millim. Die maximalen Dicken betragen 0.008—0.020, meist 0.016 Millim. Die häufigste Dicke der Bastzelle der Abelmoschusfaser fällt mit dem analogen Werthe der Bastzelle der gewöhnlichen Jute *(Corchorus capsularis)* zusammen. Bemerkenswerth ist es, dass die Zellbreite manchmal die Grösse von 0.04 Millim. erreicht. Diese, übrigens selten vorkommenden breiten Bastzellen unterscheiden sich von den gewöhnlichen dadurch, dass erstere dünn-, letztere dickwandig sind. Das Lumen der dickwandigen Zellen beträgt gewöhnlich den dritten Theil des Zellendurchmessers. In den meisten Zellen verengt sich stellenweise das Lumen sehr beträchtlich, so dass es dann nur als dunkle Linie erscheint. Es zeigt sich also auch an der Bastzelle von *Abelmoschus tetraphyllos* ein ähnlicher, durch ungleiche Zellwanddicke hervorgerufener Nichtparallelismus der äusseren und inneren Zellgrenzen, wie er auch in den Bastzellen der Jute vorkommt. Die Wände der Bastzellen sind häufig von spaltenförmigen Poren durchsetzt. Gequetschte Zellen sind häufig spiralig gestreift.

Das Bastparenchym der Bastbündel bildet Zellenzüge, welche entweder aus einer einzigen Zellenreihe bestehen oder sich aus mehreren nebeneinanderliegenden Reihen von Zellen zusammensetzen. Die dieses Bastparenchym zusammensetzenden Zellen sind vierseitig prismatisch und parallel der Richtung der Bastzellen etwas in die Länge gestreckt. Wenn mehrere Reihen von Bastparenchymzellen nebeneinander liegen, so lässt sich stets deutlich erkennen, dass die seitlich sich berührenden Zellwände stärker als die übrigen verdickt und ausserdem noch mit deutlichen Poren versehen sind. Jede Bastparenchymzelle führt einen Krystall von oxalsaurem Kalk, der fast den ganzen Innenraum der Zelle ausfüllt, und genau die Gestalt der in den Bastparenchymzellen von *Urena sinuata* vorkommenden Krystalle besitzt, die weiter unten (p. 405, Fig. 52) abgebildet sind. Durch Veraschung wird die Form dieser Krystalle nicht geändert. Die Asche der Bastbündel ist reichlich von diesen krystallähnlichen Bildungen durchsetzt.

Auch in der Abelmoschusfaser lassen sich die eben beschriebenen Bastparenchymzellen und deren krystallisirte Einschlüsse leicht nachweisen, und auch in der Asche der Faser die zuletzt genannten Krystallformen in grosser Zahl erkennen. Es giebt also genügend viele präcise Kennzeichen, durch welche sich die Abelmoschusfaser, die nicht nur im Aussehen mit der Jute sehr nahe übereinstimmt, sondern im Handel auch manchmal unter demselben Namen erscheint, von dieser Faser unterscheiden lässt.

14. Bastfaser von *Urena sinuata L.*[1].

Schon von Royle ist darauf aufmerksam gemacht worden, dass sowohl die genannte Pflanze als die naheverwandte *U. lobata* einen Bast besitzt, dessen feine flachsähnliche Faser als Ersatzmittel für Flachs dienen kann.

Beide Pflanzen kommen als Unkraut in Indien überaus häufig vor und werden vor der Fruchtreife zur Abscheidung der Faser benutzt. Erstere führt in Indien den Namen »Tup Khadia«, letztere »Bun-ochra«.

Die Faser nähert sich in ihren Eigenschaften, besonders in Feinheit, Glanz und Farbe sehr der Abelmoschusfaser, zeigt somit viel Aehnlichkeit mit der Jute. Im europäischen Handel kommt sie auch vor, wird aber, so viel mir bekannt ist, nur der Jute substituirt, und führt hier keinen eigenen Namen. Aber auch diese Faser hat gegen die Atmosphärilien nicht einmal die Widerstandskraft der Jute: wie die Faser von *Abelmoschus tetraphyllos* verfällt auch sie durch Einwirkung von Feuchtigkeit einer auf Bildung von Huminkörpern in den Zellwänden beruhenden Bräunung, deren Folge nicht nur gesteigerte Hygroscopicität, sondern auch verminderte Festigkeit ist.

Die Urenafaser hat trotz ihrer Feinheit doch eine Länge bis zu 1.2 Meter. Die Dicke der Faser stimmt mit jener der Abelmoschusfaser nahezu überein.

Der Wassergehalt der lufttrockenen Faser beträgt 7.02—8.77 Proc., je nach dem Grade der eingetretenen Bräunung. Im mit Wasserdampf vollkommen gesättigten Raume erhebt sich der Wassergehalt der blonden Faser bis auf 15.2, der braunen Faser bis auf 16.2 Proc. Die Faser liefert, völlig getrocknet, 1.47 Proc. krystallhältige Asche (s. Fig. 52).

Jodlösung färbt die Faser goldgelb. Durch Zusatz von Schwefelsäure nimmt die Färbung kaum merklich zu. Kupferoxydammoniak bläut die Faser unter Quellungserscheinungen. Nach Vorbehandlung in Chromsäure oder Kalilauge und hierauffolgendes Auswaschen färbt sich die Faser durch Jod und Schwefelsäure blau, und löst sich auch in Kupferoxydammoniak vollständig auf. Schwefelsaures Anilin färbt die Faser goldgelb. — Diese Reactionen stimmen beinahe gänzlich mit jenen überein, welche durch die genannten Reagentien auch an der Jute- und Abelmoschusfaser hervorgerufen werden können. Es erhellt mithin, dass sich auf chemischem Wege eine Unterscheidung der Urenafasern von den beiden anderen, im Aussehen mit diesen so harmonirenden nicht durchführen lässt. Aber schon die oben mitgetheilte

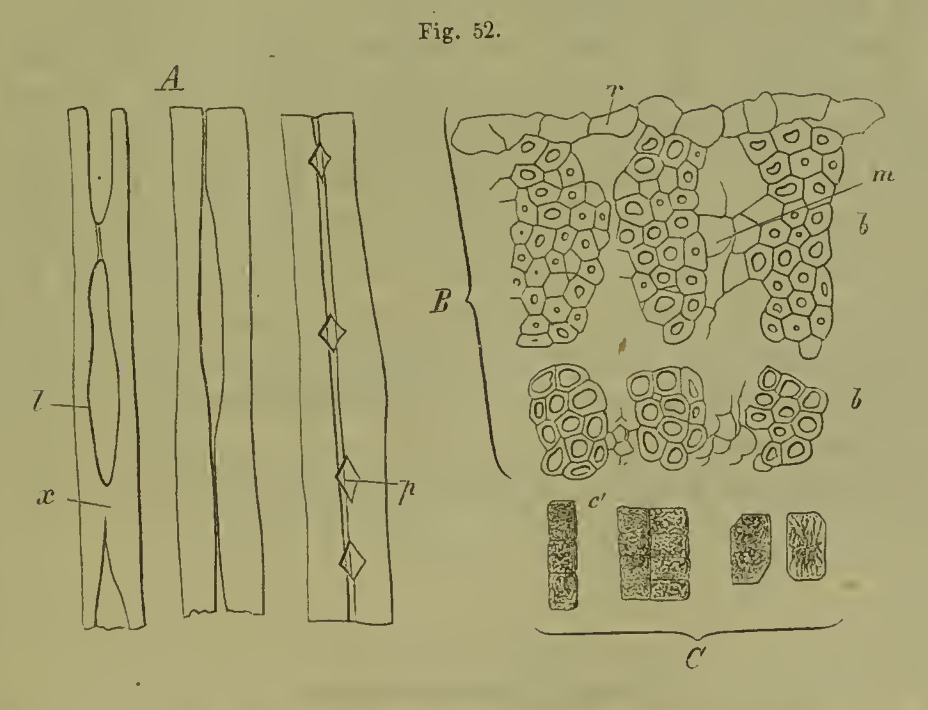
1) Vgl. hierüber Wiesner, Indische Faserpflanzen p. 11 ff.

Beobachtung, dass nämlich die Asche der Urenafaser krystallhaltig ist, zeigt, dass sich dieser Faserstoff von der Jute unterscheiden lässt. Um aber die Faser der *Urena sinuata* auch von der Abelmoschusfaser und überhaupt von allen übrigen bekannten Spinnfasern unterscheiden zu können, ist es nothwendig, auf die mikroskopischen Kennzeichen einzugehen.

Die Faser von *Urena sinuata* setzt sich aus zweierlei histologischen Elementen zusammen, nämlich aus Bastzellen und Bastparenchymzellen. Ausserdem erkennt man darin noch Spuren einer dritten Art von Zellen, nämlich Bastmarkstrahlzellen, welche die Bastbündel in radialer Richtung durchsetzen. Die meisten Bastmarkstrahlen sind bereits aus der Faser herausgefallen und es ist in diesen, zwischen den Bastzellen, nur mehr die Stelle kenntlich, an welcher diese Gebilde lagen. Kleine spaltenförmige Markstrahlräume mit wellenförmigen Grenzen, wie sie besonders scharf am Baste der *Thespesia Lampas* vorkommen (vgl. Fig. 54), treten an vielen Fasern auf; sie haben hier jedoch nur etwa die Breite einer Bastzelle.

Die in den Stengeln der Stammpflanze auftretenden Bastbündel sind in radialer Richtung abgeplattet (s. Fig. 52 *B*).

Fig. 52.



Vergr. 400; bis auf *c'*: Vergr. 300. *A* Bruchstücke von Bastzellen aus dem Stamme von *Urena sinuata*. *p* Poren der Zellwand; *l* Lumen; *x* Stelle, an welcher kein Lumen zu erweisen ist. *B* Querschnitt durch den Bast dieser Pflanze. *b* Bastbündel; *r* Reste des Rindenparenchyms; *m* Reste der Markstrahlen. *C* Krystalle aus der Asche der Faser, welche als oxalsaurer Kalk die Rindenparenchymzellen ausfüllen.

Die Bastzellen haben eine Länge von 1.08—3.25, meist von 1.8 Millim., wie sich nach Isolirung dieser Zellen mittelst Chromsäure er-

weisen lässt. Der grösste Querschnittsdurchmesser der Bastzellen variirt von 0.009—0.024 Mm.; gewöhnlich beträgt er etwa 0.015 Mm. Die Dicke der Bastzellen nimmt von den stumpfen oder gar abgerundeten Enden ziemlich regelmässig gegen die Mitte hin zu. Auch an den Bastzellen dieser Pflanze ist die Verdickung der Wände im Verlaufe einer und derselben Zelle eine ungleichmässige, wie bei Jute und bei der Abelmoschusfaser; auch hier läuft der äussere Contour der Zellwand dem inneren nicht parallel (s. Fig. 52). Hierzu tritt aber noch die Eigenthümlichkeit, dass an einzelnen Stellen der Zelle das Lumen ganz verschwindet. Da es durch Chromsäure und andere Reagentien nicht in Erscheinung zu bringen ist, so muss man annehmen, dass diese Zellen an einzelnen Stellen völlig solid sind (Fig. 52). Poren kommen in der Zellwand nur selten vor. Wo ich solche bemerkte, hatten sie in der Flächenansicht einen rhombischen Umriss (Fig. 52).

Die Bastparenchymzellen bilden Zellreihen, die den Bastzellen parallel laufen, und zwar entweder einfache, oder doppelte bis dreifache. Die Breite der Bastparenchymzellen stimmt völlig mit der Breite der Bastzellen zusammen, die Länge ist eine veränderliche, meist ist jedoch diese Dimension grösser als die der Breite, so dass diese Zellen meist die Form von Prismen haben, deren längste Axe in die Richtung der Bastzellen zu liegen kommt. Die meisten Bastparenchymzellen enthalten Krystalle von oxalsaurem Kalk, von denen jeder einzelne den Hohlraum der Zelle, die ihn birgt, fast völlig ausfüllt. In der Asche lassen sich, wie schon oben erwähnt wurde, die Krystalle mit Leichtigkeit nachweisen. Sie treten hier nicht selten in ganzen Ketten auf, welche ihrer Anordnung nach einem Stück Bastparenchym entsprechen (Fig. 52 *A x*). Das Aneinanderhaften der Krystalle in der Asche deutet darauf hin, dass die Membranen der diese Krystalle umschliessenden Zellwände stark mit mineralischer Substanz (wahrscheinlich mit Kalk, an Oxalsäure gebunden) infiltrirt sind.

Grobe Dicotylenfasern.

15. Bastfaser von *Bauhinia racemosa Lam.*

(Maloo. Aptâ).

Der Bast der Stämme mehrerer zu dem Genus *Bauhinia* gehöriger Species wird in Indien seit langer Zeit her zur Herstellung von Seilen, Tauen, Fischernetzen und Geweben benutzt. Es wurde bereits mehr-

fach die Aufmerksamkeit der europäischen Industriellen auf die Bauhiniafaser gelenkt, die sich durch enorme Festigkeit, und besonders durch grosse Widerstandskraft gegen das Wasser auszeichnet. Es scheint aber dieser Faserstoff in die europäischen Gewerbe noch keinen Eingang gefunden zu haben.

Folgende Species der genannten Gattung werden als faserliefernd bezeichnet: *Bauhinia racemosa Lam*, *B. scandens L.*, *B. purpurea L.*, *B. parviflora Vahl.*, *B. reticulata DC.* und *B. coccinea DC.* Alle sind in Indien einheimisch. Am häufigsten scheint unter den aufgeführten Species die erstgenannte als Faserpflanze verwendet zu werden. Zunächst dürften sich an diese die Arten *scandens L.* und *purpurea L.* reihen [1].

Der Bast der *Bauhinia racemosa* ist tief rostbraun gefärbt, zeigt keinen Glanz und setzt sich aus groben Fasern zusammen. Durch längere Röstung zerfällt er in grobe Fasern von gleichem Aussehen mit dem Baste, welchen eine Länge von 0.5—1.5 Met. eigen ist. Der Bast lässt sich in grobe Fasern zerreissen, die einige Centimeter Länge haben. Sowohl der Bast als auch die aus demselben entstandene Faser zeichnet sich durch Biegsamkeit und schwere Zerreissbarkeit aus.

Lufttrocken führt die Faser 7.84, mit Wasserdampf völlig gesättigt 19.12 Proc. Wasser. Völlig getrocknet liefert sie 3.32 Proc. Asche, welche reichlich von krystallähnlichen Formen durchsetzt ist [2].

Jodlösung färbt den Bast oder die Faser schwärzlich; auf Zusatz von Schwefelsäure verwandelt sich die Farbe in ein tiefes Braun. Kupferoxydammoniak bläut die Zellen und treibt sie an einzelnen Stellen blasenförmig auf. Schwefelsaures Anilin bringt keinerlei Farbenänderung hervor.

Im querdurchschnittenen Baste treten in einem reich entwickelten, theils radial, theils tangential angeordnetem Parenchym Bastzellen auf, meist in Gruppen, seltener vereinzelt. Die Gruppen bestehen aus prismatischen, im Querschnitte sechsseitig polygonalen, kegelförmig zugespitzten Zellen. Die Bastbündel messen im Mittel in radialer Richtung 0.03, in tangentialer Richtung 0.06 Millim. — Die durch Röstung entstandene Bauhiniafaser besteht, so viel ich gesehen habe, niemals aus isolirten Bastbündeln, sondern stets aus mehreren der genannten Gruppen und isolirten Bastzellen, die durch die parenchymatischen Gewebszüge fest mit einander verbunden sind.

Die Bastzellen lassen sich durch Chromsäure nur schwer, leicht hingegen durch stark alkalische Flüssigkeiten, am besten durch Natronlauge isoliren. Hierbei entfärben sich die gelblichen bis bräunlichen

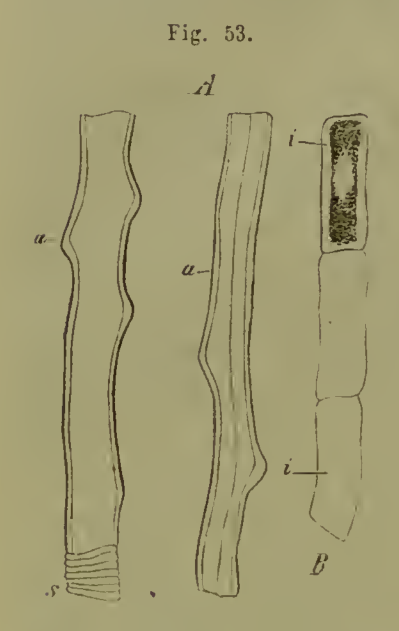
---

1) Royle l. c. p. 296. Wiesner, Indische Faserpflanzen p. 4.

2) S. über die Characteristik dieser Faser: Wiesner l. c. p. 21 ff.

Bastzellen fast vollständig. Höchst bemerkenswerth erscheint es mir, dass sich von jeder Zelle die äusserste Schicht optisch scharf abhebt. Die Länge der Zellen fällt nicht unter 1.5, scheint aber häufig über 3 Millim. zu steigen. Die maximalen Querschnittsdurchmesser betragen 0.008—0.02 Mm. Die Zellen sind häufig, nämlich an jenen Stellen, wo sie an das Parenchym anstossen, höckerig. Die Verdickung der Zellwand ist fast immer eine sehr starke, und hierin liegt wohl der Hauptgrund der enormen Festigkeit der Bauhiniafaser. Manche Bastzellen habe ich völlig solid gefunden. Holzsubstanz scheint in den Zellwänden der Bastzellen nicht vorhanden zu sein, da auch diejenigen Bastzellen, welche, weil sie fast ungefärbt sind, die Gelbfärbung durch schwefelsaures Anilin erkennen lassen müssten, durch dieses Reagens keine Farbenänderung erfahren. Die Biegsamkeit der Bauhiniafaser dürfte wohl auf diesem Mangel an Holzsubstanz beruhen.

Fig. 53.



Vergr. 300. *A* Bruchstücke von Bastzellen aus dem Baste von *Bauhinia racemosa*. *a* äussere, stärker lichtbrechende Schicht. *s* spiralige Streifung. *B* Bastparenchymzellen. *i* brauner, körniger Zellinhalt, durch Natronlauge contrahirt.

Die parenchymatischen Elemente des Bauhiniabastes sind mit braunem Inhalte gefüllt, der zum grossen Theile die Löslichkeitsverhältnisse der Harze besitzt, aber auch die Reaction gewisser Gerbstoffe zeigt, indem er nämlich durch Eisenchlorid dunkel grün gefärbt wird.

Durch Kochen mit Natronlauge werden auch die Parenchymzellen isolirt, anfänglich unter Contraction, später unter Auflösung des Zellinhaltes.

Das Bastparenchym führt reichlich Krystalle von oxalsaurem Kalk, welche in der Asche leicht nachgewiesen werden können.

16. Bastfaser von *Thespesia Lampas Dalz.*[1]).

Râu bhend; ind.).

Diese Malvacee wächst in grossen Massen in den Gebirgen Concan's (Hindostan), wo sie zur Abscheidung einer Faser, ähnlich wie die nächstverwandte *Thespesia populnea Corr.* (= *Hibiscus populneus L.*), welche auf den Südsee- und Gesellschaftsinseln vorkommt, benutzt wird.

1 Vgl. Wiesner l. c. p. 2 und 5—8.

Die Baststreifen, welche sich nach vorausgegangener Röstung leicht von den Stämmen loslösen lassen, haben eine Länge von 1—1.8 Met. und eine Breite von 0.5—3 Cent. Der Bast, durch grosse Festigkeit ausgezeichnet, wird als solcher, etwa so wie Lindenbast benutzt. Durch Zerreissen lässt sich aus diesem Baste eine feine, 5—12 Cent. lange Faser gewinnen. Durch stärkere Röstung erhält man eine feine Faser von noch grösserer Länge. Die auf die eine oder andere Weise dargestellte Faser giebt ein dem Sunn im Aussehen und den sonstigen Eigenschaften nahe kommendes Spinnmaterial.

Die vom untersten Stammtheile herrührenden Bastpartien sind bräunlich, die übrigen Basttheile und die aus ihnen entstandene Faser gelblich weiss gefärbt und von geringem Glanze. Die innere Partie des Bastes, welche an den Stämmen der Pflanze dem Holzkörper zugewendet ist, hat etwas mehr Glanz und eine lichtere, weisslichere Farbe, als die äussere Partie. Die letzteren differiren von den inneren Basttheilen durch eine netzartige Structur. Die Maschen des Netzes sind aus zarten Bastbündeln gebildet, die zwischen sich am unverletzten Stamme die Bastmarkstrahlen aufnehmen. Im Baste, wie er nach der Röste erhalten wurde, und in der Faser fehlen die Markstrahlen fast gänzlich, aber die Räume, welche sie ausfüllten, sind wohl erhalten. Die Bastbündel haben eine mittlere Breite von 0.3 Mm. Sie bestehen blos aus Bastzellen. Bast und Faser sind von scharf zugespitzten Hohlräumen (Markstrahlenräumen) durchsetzt.

Die lufttrockene Faser führt 10.83 Proc. Wasser. In mit Wasserdampf völlig gesättigtem Raume steigt die absorbirte Wassermenge bei mittlerer Temperatur bis auf 18.19 Proc. Die trockene Faser giebt 0.70—0.89 Proc. Asche, welche krystallähnliche Bildungen einschliesst.

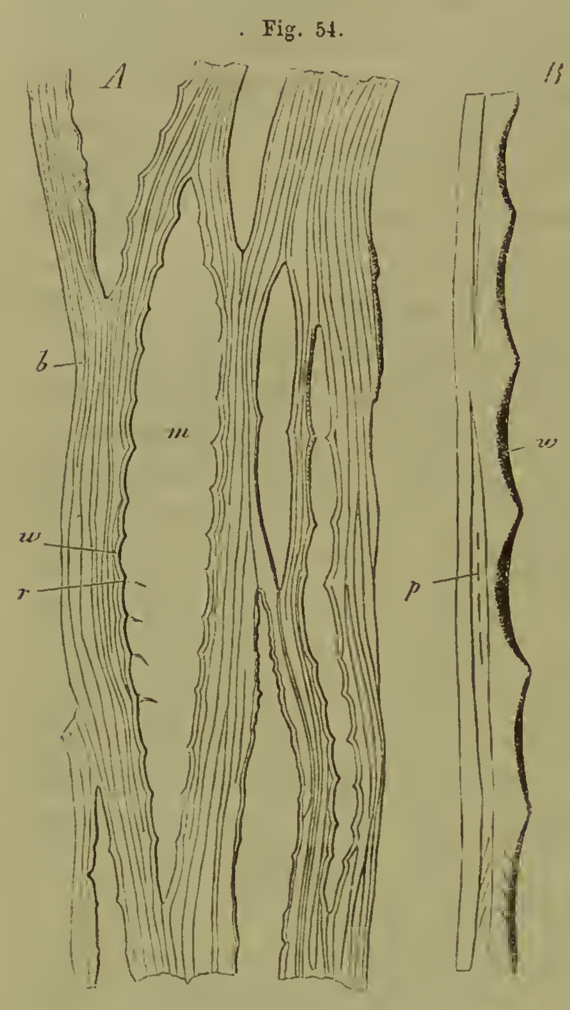
Jodlösung färbt die Faser goldgelb. Auf Zusatz von Schwefelsäure wird die Färbung dunkler. Kupferoxydammoniak bringt eine schwache Bläuung und Aufquellung der Zellwände hervor. Mit schwefelsaurem Anilin behandelt nimmt die Faser eine intensiv goldgelbe Färbung an.

Die Bastzellen, welche die Markstrahlenräume begrenzen, sind wellig contourirt. Die Länge einer Welle entspricht genau der Länge einer Markstrahlenzelle, und beträgt 0.016—0.056, meist 0.046 Mm. Diese Wellenformen entstehen durch Eindrücke der Markstrahlenzellen in die Zellwand der Bastzelle, welche hierdurch mit seichten Höhlungen versehen erscheint. Diese Höhlen oder Wellen sind an zahlreichen Bastzellen unschwer nachweisbar.

Die Bastzellen, welche sich durch Chromsäure leicht und unverletzt aus dem Gewebsverbande bringen lassen, haben eine Länge von 0.92—4.7 Millim. Der Mehrzahl der Fälle nach sind die von der

Innenseite des Bastes herrührenden Bastzellen kürzer als die übrigen. Der grösste Querdurchmesser der Bastzellen beträgt 0.012—0.021, meist 0.016 Millim. Die Dickenzunahme erfolgt ziemlich regelmässig von den Enden nach der Mitte zu. Kleine Unregelmässigkeiten kommen indess an jeder Bastzelle vor. Die Enden der Bastzellen sind langgestreckt, kegelförmig mit abgerundeter Spitze. Der Querschnitt der Bastzellen ist polygonal, 4—6seitig. Die Verdickung der Wände der Bastzellen ist meist eine so starke, dass das Lumen dieser Zellen auf eine dunkle Linie reducirt erscheint. An vielen Bastzellen ist die Wanddicke stellenweise so mächtig, dass gar kein Hohlraum vorhanden zu sein scheint. In diesem Falle tritt das Zell-Lumen jedoch stets nach Einwirkung von Chromsäure hervor. Ist die Zellwand nur so weit verdickt, dass das Lumen der Zelle im optischen Durchschnitte mit doppeltem Contour erscheint, dann erkennt man deutlich, dass die äussere Grenze der Zelle der inneren nicht parallel läuft, indem diese Zellen, gleich denen der Jute und der juteähnlichen Fasern eine ungleichmässige Verdickung der Zellwand aufweisen. Porencanäle sind an den Zellen nicht selten zu bemerken, an den Enden der Zellen häufiger als in der Mitte. Die Poren der Zellwand erscheinen in der Flächenansicht kurz, schief, spaltenförmig, im Querschnitte überaus fein und bogig gekrümmt. Eine gabelförmige Theilung des Porencanals gegen die Peripherie der Zellwand zu kommt häufig vor. Auch scheinen die Poren benachbarter Zellen manchmal durch Tüpfel verbunden zu sein. Die äusseren Partien der querdurchschnittenen Bastzellen werden durch Chromsäure in concentrische Schichten zerlegt. Die gequetschte Bastzelle zeigt eine feine spiralige Streifung.

Fig. 54.



A Vergr. 200. *b* Bastbündel des Stammes der *Thespesia Lampas*. *m* Markstrahlenräume. *w* Welle, entsprechend der Länge einer Markstrahlenzelle. *r* Rest der Wand einer Markstrahlenzelle. *B* Vergr. 500. Bruchstück einer Bastzelle aus dem Bastbündel des Stammes von *Thesp. Lamp.* *w* Welle. *p* Poren der Zellwand.

Wie schon erwähnt, ist das Gewebe der Bastmarkstrahlenzellen in der Faser nur in ganz rudimentärem Zustande anzutreffen, und es bedarf langen Suchens, bis man Zellen dieses Gewebes in der Faser auffindet. In den Markstrahlenzellen finden sich Krystallgruppen von oxalsaurem Kalk. Wie schwer es hält, diese Krystallaggregate direct an der Faser aufzufinden, so leicht ist es, dieselben in der Asche nachzuweisen, woselbst sie sich, morphologisch ungeändert, aber in Kalk verwandelt, in Massen vorfinden.

17. Faser von *Cordia latifolia Roxb.*

(Shelti, Wadgundi; ind.).

Diese Pflanze wird in Indien ihrer geniessbaren Früchte wegen cultivirt. Junge Individuen, sowohl der wildwachsenden als der cultivirten Form dienen zur Abscheidung einer Faser, welche den Namen »Narawali fibre« führt. In den Districten Guzerate (Hindostan) ist *Cordia latifolia* besonders häufig. Zur Abscheidung der Narawali fibre dient auch *Cordia angustifolia*. Die »Gundui fibre«, der Narawali fibre zunächst stehend, wird aus dem Baste der *Cordia Rothii* abgeschieden (vgl. p. 318).

Ueber den Bast und die Faser *Cordia latifolia* habe ich zuerst berichtet[1]).

Die Länge des Bastes beträgt 0.5—0.9 Meter, die Breite 1—8 Mm., die Dicke 0.08—0.16 Mm. Die einzelnen Baststreifen erscheinen theils dicht, theils erkennt man daran schon mit freiem Auge kleine Bastmarkstrahlenräume. Der Bast ist blass bräunlich, er hat etwa die Farbe des bekannten Eisenholzes, und fast gänzlich glanzlos. Die Baststreifen sind ungemein fest und auch die davon abgetrennten feinen Fasern von etwa 0.20 Millim. Breite und etwa gleicher Dicke zeichnen sich noch durch hohe Festigkeit aus. Der Bast wird als solcher angewendet und könnte auch bei uns gleich dem Lindenbaste benutzt werden. Wenn es sich um grosse Eestigkeit handelt, wäre der Cordiabast selbst dem Lindenbaste vorzuziehen. Die Abscheidung des Bastes erfolgt durch eine kurze Röstung. Durch weiter fortgesetzte Röstung erhält man die Narawali fibre, welche zur Verfertigung grober Gewebe, zu Seilen, Tauen, Netzen u. s. w. in den Heimatländern verwendet wird.

Die lufttrockene Faser enthält 8.93 Proc. Wasser. Mit Wasser-

1) Indische Faserpflanzen p. 3 und 22—24.

dampf gesättigt steigt die Wassermenge bis auf 18.22 Proc. Die trockene Faser liefert verhältnissmässig viel, nämlich 5.54 Proc. Asche.

Jodlösung färbt die Faser schmutzig gelb mit einem Stich in's Grünliche. Auf Zusatz von Schwefelsäure tritt die grünliche Färbung noch deutlicher hervor. Das Grün ist hier Mischfarbe aus gelb und blau, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt. Die gelbe Farbe entsteht durch Einwirkung der Jodlösung auf die Zellwände, die blaue durch die Wirkung dieses Reagens auf die Stärkekörnchen der Bastmarkstrahlen. Kupferoxydammoniak färbt die Faser blass bläulich. Die freiliegenden Zellen werden an den Enden durch das Reagens zu schwacher Aufquellung gebracht. Schwefelsaures Anilin färbt den Bast isabellgelb.

Der Bast besteht aus dicht gedrängt stehenden Bastbündeln, welche nur durch schmale Züge von zum grossen Theile wohlerhaltenen Markstrahlen durchsetzt sind.

Die Bastzellen können durch Chromsäure leicht aus dem Verbande gebracht werden. Sie zeigen eine grosse Constanz in den Längen, welche fast immer nur zwischen 1—1.6 Millim. schwankt. Auch die maximale Dicke der einzelnen Bastzellen ist im Verlaufe des ganzen Gewebes eine nur wenig veränderliche. Diese Dimension liegt gewöhnlich zwischen 0.0147 und 0.0168 Millim. Die Enden der Bastzellen sind lang zugespitzt. Die Breite dieser Zellen nimmt regelmässig nach der Mitte hin zu. Unregelmässigkeiten in der Form der Bastzellen, nämlich keulenförmige Enden, Ausbuchtungen u. dgl. sind nur selten zu beobachten. Das Lumen ist im mittleren Theile der Zelle weiter als an den Enden (Fig. 55 *A*), die Verdickung der Zellwände ist im Allgemeinen nur eine mässige. Eigenthümlich sind die Poren der Zellwand. Sie verlaufen häufig sehr steil; viele haben in der Flächenansicht eine winkelige Gestalt (Fig. 55 *C*). Eine Streifung der Zellwand konnte ich hier weder an der mit Reagentien behandelten, noch an der gequetschten Bastzelle wahrnehmen.

Fig. 55.

Vergr. 300. Bruchstücke von Bastzellen aus dem Stamme der *Cordia latifolia*. *A* natürliches Ende einer Bastzelle. *p*, *p'* Poren der Zellwand.

Die Bastmarkstrahlen bestehen der Hauptmasse nach nur aus wenigen Zellen, oft gar nur aus einer einzigen Zellenreihe. Die Länge der Markstrahlenzellen beträgt meist 0.042, die Breite etwa 0.015 Millim. Diese Zellen führen theils Stärkekörnchen, theils oxalsauren Kalk.

Erstere überwiegen weitaus. Die Amylumkörnchen sind theils einfach, theils zusammengesetzt und bestehen dann aus 2—3 Theilkörnern, von rundlicher, meist schwach ellipsoidischer Gestalt, deren längster Durchmesser 0.0025—0.0039 Millim. misst. Der oxalsaure Kalk tritt in den Zellen in Form rundlicher, den Innenraum der Markstrahlenzellen fast gänzlich erfüllenden Aggregaten auf.

In der Asche sind die Kystallaggregate wohl leicht aufzufinden; aber ihre Gestalt erscheint so regellos, dass man es kaum mit morphologisch umgeänderten Krystallaggregaten zu thun zu haben glaubt. Mit Weingeist vorbehandelt und in Canadabalsam eingelegt erkennt man den krystallisirten Character dieser Aggregate viel genauer. Auch lassen sich diese etwas klumpigen Massen dadurch als die Abkömmlinge des oxalsauren Kalkes der Markstrahlenzellen erkennen, dass sie durch Einwirkung von Schwefelsäure sich in Krystallnadeln von Gyps umsetzen.

In den Bastbündeln scheinen ausser den Bastzellen keinerlei andere histologische Elemente aufzutreten. Parenchymatische Gewebselemente, wie Bastparenchymzellen u. s. w., konnte ich darin trotz sorgfältigen Suchens nicht auffinden.

Baste.

Von vielen dicotylen Holzgewächsen lässt sich direct oder nach schwacher Röstung der Basttheil des Gefässbündels in zusammenhängenden breiten Streifen von den Stämmen ablösen. Aber nur wenige liefern rasch und ohne Mühe viel, langen, breiten und festen Bast, wie er zur Herstellung von Matten, zum Binden, zur Enveloppirung gewisser Waaren, zu Flechtarbeiten, Baststricken und ähnlichen Zwecken dienlich ist.

Von europäischen Holzgewächsen hat sich die Linde zur Bastgewinnung als besonders geeignet erwiesen. Auch die Ulme liefert einen brauchbaren, aber in der Güte dem Lindenbast nicht gleichkommenden Bast. Von den europäischen Holzpflanzen wird auch die Weide als bastliefernd bezeichnet. — Von tropischen Holzgewächsen hat man viele auf Bast auszubeuten versucht, wie die oben mitgetheilten Daten lehren. Die wichtigsten tropischen Bastarten stammen von einigen *Grewia*-Arten (Holzpflanzen aus der Familie der Linden) *Sterculia*-Arten [1], von *Holoptelea integrifolea*, *Kydia calycina*, *Lasiosy-*

1) Der netzartige Bast einiger *Sterculia*-Arten wird in vielen Tropengegenden abgeschieden und dient zu verschiedenen Zwecken, u. A. zur Enveloppirung gewisser Cigarrensorten.

phon speciosus, Sponia Wightii, Cordia latifolia und *Thespesia Lampas.* Der Bast der *Grewia*-Arten stand mir für die Untersuchung nicht zu Gebote. Der Bast der zwei zuletztgenannten Pflanzen wurde schon oben (s. p. 408 ff.) abgehandelt. Die übrigen Bastarten sollen hier genauer beschrieben werden [1].

18. Lindenbast.

Der Bast der europäischen Linden, vorzugsweise der *Tilia parvifolia* und *T. grandifolia*, wird bei uns wohl überall nur im Kleinbetriebe dargestellt. Im grossen Massstabe wird er in Russland gewonnen und zur Herstellung von Bastmatten verwendet, die einen wichtigen Gegenstand des russischen Exporthandels bilden. Der Lindenbast wird u. A. in grosser Menge nach England gebracht, woselbst diese Waare als Russian Bast bekannt ist. So wie man sich aber dort in neuerer Zeit durch Einfuhr von Jute vom russischen Hanf zu emancipiren strebte, so trachtet man nunmehr auch in indischen Bastarten Substitute für Lindenbast zu erhalten.

Die zur Bastgewinnung dienlichen Stämme werden gefällt. Wenn die Bäume einen Durchmesser von 30—40 Centimeter erlangt haben sind sie zur Bastabscheidung am geeignetsten. Das Schälen der Bäume wird Mitte Mai vorgenommen. Zu dieser Zeit lässt sich die Rinde leicht vom Holzkörper ablösen, was in der Weise geschieht, dass man mit dem Rücken eines Beiles die Stämme gelinde klopft, worauf sie sich leicht in Streifen von 6—9 Centim. Breite abziehen lässt. Diese Rindenstreifen, auch Röhren genannt, werden in lockere Bündel zusammengefasst, und ähnlich dem Hanfe einer Kaltwasserröste unterworfen. Gewöhnlich lässt man die Rindenpäcke in stagnirendes Wasser tauchen, indem man sie entweder mit Steinen beschwert, oder in der Weise wie bei der Hanfröste durch Pfähle zum Untertauchen zwingt. Ende October ist die Röste so weit vorgeschritten, dass sowohl das etwa noch vorhanden gewesene cumbiale als auch das Gewebe der Aussen-, Mittelrinde und der Bastmarkstrahlen zerstört ist. In dieser Zeit werden die Bündel aus dem Wasser genommen, die einzelnen Streifen, die nunmehr blos aus den Bastlagen bestehen, in reinem Wasser ausgespült und zum Trocknen aufgehängt. Nach dem Trocknen lassen sich die einzelnen Jahreslagen des Bastes leicht von einander trennen. Diese Spaltung des Bastes in die Jahresschichten wird wirklich vorgenommen, und hierauf die Waare sortirt. Ein Baum von

1) Der oft genannte Bast von *Broussonetia papyrifera*, hauptsächlich zur Papiererzeugung verwendet, wird unten bei Betrachtung der Papier liefernden Fasern abgehandelt werden.

10 Met. Höhe und 30—40 Cent. Durchmesser liefert 45 Kilogr. Bast, aus welcher Menge sich 10—12 Matten flechten lassen. Russland liefert jährlich vierzehn Millionen Stück Matten (Sack-, Segel-, Tabakmatten u. s. w.), von denen etwa der vierte Theil exportirt wird. Die aus den jüngsten Bastschichten bestehenden Matten sind feiner als die von alten Schichten herrührenden. Die Preise der gröbsten und feinsten Matten verhalten sich zu einander etwa wie 1 : 4 [1]).

Der Bast der Ulmen *(Ulmus effusa, U. campestris)*, von dem Lindenbaste durch bräunliche Farbe und geringere Festigkeit und Dauerhaftigkeit unterschieden, wird manchmal ähnlich wie der Lindenbast gewonnen und verwendet. Hartig [2]) hält dafür, dass die Ursache der geringen Haltbarkeit des Ulmenbastes gegenüber dem aus Linden abgeschiedenen Producte darin zu suchen sei, dass die Bastbündel der Rüster bei weitem nicht so gross und die Bastfasern in den Bündeln bei weitem untereinander nicht so fest verbunden sind wie bei der Linde.

Dass auch Weidenbast in grossem Massstabe abgeschieden und gleich dem Lindenbaste verwendet wird, findet man oft angegeben [3]). Ich konnte über eine etwaige Weidenbastgewinnung nichts in Erfahrung bringen. Da nun auch Hartig a. a. O. der Weidenbastbenutzung nicht erwähnt, obschon in dem bezeichneten Werke die Verwerthung der europäischen Holzgewächse mit grösster Gründlichkeit und Ausführlichkeit abgehandelt wird, so halte ich dafür, dass die angeführten Angaben auf einem Irrthum beruhen, oder die Abscheidung des Weidenbastes nur local und beschränkt betrieben wird.

Der im Handel erscheinende Lindenbast hat eine Länge von 1—2.5 Meter und eine sehr wechselnde Breite, die aber häufig zwischen 2—5 Centim. schwankt. Eine Bastlage hat eine Dicke von 0.04—0.08 Millim. Die von den innersten Jahreslagen herrührenden Baststreifen sind meist nur schwach gelblich gefärbt, seltener fast rein weiss. Die den älteren, äusseren Bastlagen entsprechenden Streifen sind hingegen stets gelblich bis bräunlich gefärbt. Der Lindenbast ist nie dicht im Gefüge, sondern setzt sich aus Bündeln zusammen, die, netzartig mit einander verflochten, Maschenräume zwischen sich freilassen, die am unverletzten Stamme von den Zellen des Bastmarkstrahlengewebes dicht erfüllt sind. Durch den Röstprocess wird dieses Gewebe fast gänzlich zerstört. Die Markstrahlenräume sind nicht sehr scharf zugespitzt und seitlich wellenförmig contourirt. Jede Welle

---

1) Th. Hartig, Naturgeschichte der forstlichen Culturgewächse p. 558. ff.
2) l. c. p. 465.
3) Hauke, Waarenkunde p. 250. Schedel, Waarenlexikon II. p. 24.

hat eine Länge von 0.018—0.021 Millim. und entspricht der Einsenkung einer Bastmarkstrahlzelle. Dort wo zwei Wellen aneinanderstossen, haften häufig noch Zellwandreste, nämlich Stücke jener Zellwände der Markstrahlenzellen, die senkrecht auf die Grenze des Markstrahlenraums zulaufen.

Lufttrocken führt der Lindenbast 6.20, mit Wasserdampf gesättigt 17.7 Proc. Wasser. Der völlig trockene Bast giebt 1.89 Proc. Asche, welche spärlich von bestimmt geformten grossen Krystallen durchsetzt ist, über die noch weiter unten gesprochen werden wird.

Jodlösung färbt den Bast goldgelb: auf Zusatz von Schwefelsäure wird er schmutzig braun. Kupferoxydammoniak bläut die Faser des Bastes, ohne sie zum Aufquellen zu bringen. Mit schwefelsaurem Anilin behandelt, wird jeder Lindenbast deutlich gelb gefärbt. Die weissen Innenlagen gut gerösteter Bastsorten nehmen, mit diesem Reagens behandelt, eine blass citrongelbe Farbe an, während alter und schlecht gerösteter Bast sich ganz intensiv eigelb färbt.

In der Flächenansicht des Bastes macht sich sofort bemerkbar, dass er sehr reich an parenchymatischen Elementen ist. Es sind nicht nur die Bastmarkstrahlenräume durchwegs von parenchymatischen Zellen begrenzt, sondern es nehmen auch an der Zusammensetzung der inneren Bündeltheile vorwiegend derartige Zellen Antheil.

Auf dem Querschnitt erkennt man, dass vorwiegend dünnwandige Elemente mit verhältnissmässig breitem Querschnitt die Zellenbündel des Lindenbastes constituiren, und dass nur schmale Züge von dickwandigen Bastzellen und vereinzelte Bastzellen in die Zellverbindung eintreten.

Es ist nicht leicht, die Zellen des Lindenbastes unverletzt ausser Zusammenhang zu bringen, und weder durch Chromsäure noch durch stark alkalische Flüssigkeiten will dies vollständig gelingen. Wegen der Schwierigkeit, die Elementarbestandtheile zu isoliren, ist es fast unmöglich, genaue Zahlen für die Längen der faserförmigen Elementartheile dieses Bastes zu gewinnen. Die nachfolgenden Zahlen können deshalb keinen Anspruch auf Genauigkeit machen.

In den Zellenbündeln des Lindenbastes kann man dreierlei Elementarbestandtheile unterscheiden, nämlich Bastparenchymzellen, Siebröhren und Bastzellen. Die Anwesenheit der Siebröhren hat schon Hartig[1]) constatirt. Die von ihm als Krystallfaserzellen des Lindenbastes angesprochenen histologischen Elemente entsprechen den Bastparenchymzellen.

Die Bastparenchymzellen haben meist eine Breite von 0.018—0.027,

1) l. c. p. 560.

und eine Länge von 0.045—0.075 Millim. Doch kommen auch kürzere und längere derartige Zellen nicht selten vor. Die Wände dieser Zellen sind porös, besonders an den Querwänden. Die langgestreckten Bastparenchymzellen besitzen häufig gabelförmige Enden. In den Bastparenchymzellen finden sich Krystalle von oxalsaurem Kalk vor, deren Länge nicht selten 0.042 Millim. beträgt und die in der Flächenansicht als stark in die Länge gezogene Sechsecke erscheinen, deren Längsaxe durch zwei Ecken hindurch geht. Solche Krystalle lassen sich besonders leicht in der Asche des Bastes nachweisen, wo sie jedoch nicht massenweise auftreten. — Die Siebröhren theilen die Grösse des Querschnitts mit den Bastparenchymzellen, sind jedoch im Allgemeinen länger als diese.

Die Bastzellen sind sehr dickwandig. Im Querschnitte erscheint ihr Lumen nur als Punct. Ihre Länge beträgt, so viel ich gesehen habe, 1.11—2.65 Millim. Ihr maximaler Querschnittsdurchmesser misst gewöhnlich nur 0.015 Millim. An einzelnen Bastzellen verbreitert er sich in der Mitte bis etwa auf das Doppelte.

19. Bast von *Sterculia villosa Roxb.*[1]

(Oodal, Udali ind.).

Der Bast dieses in den Gebirgsgegenden Indiens, vornehmlich in Concan und Canara häufigen baumartigen Gewächses steht schon lange in Indien zur Herstellung von Bindfaden, Stricken, Seilen u. s. w. in Verwendung. Die Baststreifen haben eine Länge von 0.2—0.6 Met., eine Breite von 1—3 Centim. und eine Dicke von 0.4—2 Millim. Dieser Bast ist völlig glanzlos, gelblich, mit einem Stich in's Zimmtbraune, gefärbt, und hat einen lockeren, netzartigen Bau. Die netzartige Structur rührt hier, wie bei allen anderen Bastarten, von den Bastmarkstrahlenräumen her, die aber hier nicht nur sehr zahlreich auftreten, sondern auch nach Länge und Breite verhältnissmässig sehr stark entwickelt sind. Der Bast besteht aus mehreren Jahreslagen, lässt sich aber in dieselben nicht so leicht wie der Lindenbast zerlegen. Dünne Stücke, die in der Dimension der Dicke mit Lindenbast übereinstimmen, stimmen in der Festigkeit mit diesem zum mindesten überein. Feinere, flachsartige Fasern, die man vom Sterculiabast abtrennen kann, sind hingegen sehr schwach.

Lufttrocken führt der Bast 8.86, mit Wasserdampf gesättigt 18.69 Proc. Wasser. Der völlig getrocknete Bast giebt 3.13 Proc. Asche, welche reichlich von Krystallen durchsetzt ist.

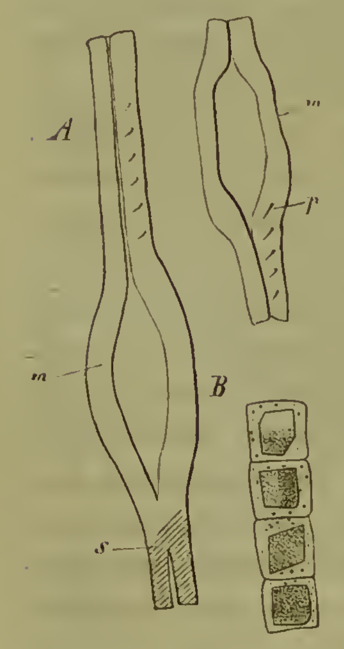
1) Vgl. Royle l. c. p. 965 ff. und Wiesner l. c. p. 2 und 15—17.

Jodlösung färbt den Bast goldgelb, bis auf einzelne feine Längsstreifen, welche bei Behandlung mit diesem Reagens eine schwärzliche Farbe annehmen. Auf Zusatz von Schwefelsäure färbt sich der ganze Bast durchwegs, aber ungleich schmutzig grün. Kupferoxydammoniak bläut die Bastbündel, ohne sie zum Aufquellen zu bringen. Nur die zufällig freiliegenden Bastzellen werden durch dieses Reagens deutlich aufgetrieben. Schwefelsaures Anilin ruft eine intensiv eigelbe Farbe hervor.

So dick der Bast auch erscheinen mag, so haben doch die ihn zusammensetzenden Bastbündel nur gewöhnliche Dimensionen. Ihr Querschnitt misst nämlich in der Richtung der Tangente 0.13 – 0.29, in der Richtung des Radius 0.06—0.15 Millim. Die Dicke dieses Bastes kommt nur durch mehrfache Bastlagen zu Stande, indem derselbe von mehrjährigen Stämmen abgenommen wurde, die Röstung aber nicht, wie dies z. B. beim Lindenbaste der Fall ist, eine Spaltung des ganzen Bastkörpers in die einzelnen jährlichen Bastlagen vollzieht.

Jede Bastlage besteht aus Bastbündeln und Markstrahlen. Die letzteren sind an dem künstlich abgelösten Baste nur mehr in Resten vorhanden. Aber auch die rückständigen Markstrahlenzellen sind nicht unverletzt, sondern weisen meist stark demolirte Wände auf. Es haften daran gewöhnlich Stärkekörnchen, welche einfach und elliptisch sind, und deren grösster Durchmesser etwa 0.007 Millim. misst.

Fig. 56.



Vergr. 300. *A* Bruchstück einer Bastzelle aus dem Stamme der *Sterculia villosa*. *m* Angeschwollene; relativ schwach verdickte mittlere Partie der Faser. *p* Poren der Zellwand. *s* Spiralige Streifung der gequetschten Wand. *B* Bastparenchym mit Krystallen von oxalsaurem Kalk.

Die Bastzellen des Sterculiabastes lassen sich durch Chromsäure leicht isoliren. Die Länge dieser Elementarorgane beträgt 1.52—3.55, die maximale Dicke 0.017 — 0.025 Millim. Es ist sehr bemerkenswerth, dass die grössten Querschnitte der einzelnen Bastzellen sehr constant sind, und fast immer 0.02 Millim. messen. Auch die Form der Bastzellen muss als eine sehr constante bezeichnet werden. Die Dicke dieser Zellen nimmt nämlich von den stets abgestumpften Enden gleichmässig bis zur Mitte zu. Die mittlere Partie fast jeder Bastzelle ist etwas angeschwollen. Die Zellwand weist eine höchst characteristische Verdickung auf. Die mittlere angeschwollene Partie der Zellwand ist nämlich relativ schwächer als die anderen Stellen verdickt, mithin das Lumen in der Mitte der Zelle verhältnissmässig gross. Abgesehen von diesem breiten Raume inmitten der Zelle, ist der Innenraum derselben so schmal, dass er

nur als dunkle Linie erscheint, oder aber es ist seine Gegenwart gar nicht zu erweisen. In der Wand sind kurze, schief verlaufende Poren häufig zu sehen. Durch Quetschung tritt an der isolirten Bastzelle stellenweise sehr deutlich eine feine Spiralstreifung hervor (Fig. 56).

Das Bastparenchym bildet ein-, seltener zwei- und mehrreihige Zellenzüge, welche den Richtungen der Bastzellen folgen. Die Breite der Bastparenchymzellen entspricht entweder völlig jener der Bastzellen, oder ist etwas grösser. Ihre Wände sind stets deutlich porös. Jede Zelle enthält einen Krystall von oxalsaurem Kalk (Fig. 56).

Die Asche der Faser ist überaus reich an Krystallen, welche oft noch in ganzen Zügen aneinanderhaften.

20. Bast von *Holoptelea integrifolia Planch.*[1]

(Wawla; ind.).

Die im Westen Indiens häufig vorkommende, zu den Ulmaceen gehörige *Holoptelea integrifolia* liefert einen gelblichen, stellenweise graubräunlich gefärbten, fast völlig glanzlosen Bast. Die durch Röstung erhaltenen Baststreifen sind 0.7—1 Meter lang, 3—5 Millim. breit und 0.06—0.09 Millim. dick. Die Aussenseite des Bastes ist glatt, die Innenseite rauh, nicht selten weisslich. Diese Bastsorte ist dichter als Lindenbast und die meisten anderen Bastarten. Grosse Strecken des Bastes erscheinen dem freien Auge völlig dicht und homogen, andere sind von kurzen, beinahe elliptischen Spalten durchsetzt, an deren Stelle in der Rinde die Bastmarkstrahlen lagen. Trotz dieses dichten Gefüges ist die Festigkeit dieses Bastes doch keine grosse, indem selbst breite Streifen leicht zerreissbar sind. Er bildet aber trotzdem noch ein gutes Ersatzmittel für Lindenbast.

Der Wassergehalt des lufttrockenen Bastes beträgt 9.73 Proc. Im feuchten Raume steigert sich der Wassergehalt bis auf 23.12 Proc. Der Bast giebt 4.79 Proc., an Krystallen reicher, in Wasser beinahe gänzlich löslicher Asche.

Jodlösung färbt die Hauptmasse des Bastes gelb. Nur kleine Längsstreifchen, welche dem stärkereichen Bastmarkstrahlengewebe entsprechen, nehmen hierbei eine für das freie Auge schwärzliche Farbe an. In Kupferoxydammoniak färbt sich der Bast bläulich. Die freiliegenden Bastzellen quellen hierbei merklich auf. Schwefelsaures Anilin färbt den Bast isabellgelb.

---

1) S. Wiesner l. c. p. 3 und 17, 18.

Der Bast enthält ausser Bastzellen noch krystallführendes Bastparenchym und stärkeführende Bastmarkstrahlenzellen. Die Länge der Bastzellen schwankt zwischen 0.88—2.13 Millim. Die maximale Dicke beträgt 0.009—0.014, meist 0.012 Millim. Die Zellenenden sind meist spitz, seltener kolbig. In der Regel nehmen die Bastzellen ziemlich gleichmässig von den Enden gegen die Mitte hin an Breite zu. Seltener kommt es vor, dass sie stellenweise plötzlich breiter werden. Die Bastzellen sind meist stark und ungleichmässig verdickt; ihre Querschnittsform ist polygonal.

Die Markstrahlenzellen dieses Bastes sind zumeist schon so stark demolirt, dass sich die Contouren der Zellen nicht mehr deutlich erkennen lassen. Ich beobachtete rundliche, mässig verdickte Markstrahlenzellen mit einem Durchmesser von 0.05 Millim. Die Markstrahlen sind mit Stärke erfüllt, deren Körnchen einfach, oder zu zweien oder dreien componirt sind, einen elliptischen Umriss und einen Längendurchmesser von 0.003 Millim. aufweisen.

Die Bastparenchymzellen theilen die Breite mit den Bastzellen. In der Richtung der letzteren sind sie etwas in die Länge gestreckt. Jede Bastmarkstrahlzelle enthält einen ihren Hohlraum fast völlig erfüllenden Krystall von oxalsaurem Kalk.

21. Bast von *Kydia calycina Roxb.* [1]).

(Wárang, Wilia; ind.).

Der Bast dieser auf den Ghats des westlichen Indiens häufigen Büttneracee hat eine Länge von 0.9—1.3 Met., eine Breite von 2—8 und eine Dicke von 0.07—0.1 Millim. Die Aussenseite ist gelblich gefärbt, etwa in der Farbe des Zürgelbaumholzes, glatt und schwach glänzend; die Innenseite matt, weiss, beinahe kreideartig. Auf den ersten Blick erscheint der Bast ziemlich dicht; genauer, besonders im durchfallenden Lichte betrachtet, werden zahlreiche feine Längsklüfte erkennbar, welche einem Markstrahlengewebe, das an diesen Stellen vorhanden war aber zerstört wurde, ihr Entstehen verdanken. Breite Baststreifen, wie sich solche vom Stamme leicht ablösen lassen, haben eine beträchtliche Festigkeit; feine davon abgetrennte Fasern, von der Dicke einer spinnbaren Faser, fallen nur kurz aus und sind sehr schwach. Zur Herstellung einer Spinnfaser ist der *Kydia*-Bast nicht tauglich, wohl könnte er aber bei uns ein treffliches Ersatzmittel für Lindenbast abgeben.

---

1) S. Wiesner l. c. p. 2 und 18—20.

Lufttrocken führt der *Kydia*-Bast 8.63, mit Wasserdampf gesättigt 19.44 Proc. Wasser. Er liefert 7.23 Proc. Asche.

Jod färbt den Bast schmutzig grün, welche Farbe sich auf Zusatz von Schwefelsäure in grasgrün verwandelt. Die grüne Farbe ist Mischfarbe von Blau und Gelb; erstere Farbe rührt von der durch Jod gefärbten Stärke, letztere von den durch dieses Reagens tingirten Zellwänden her. Kupferoxydammoniak ruft schwache Bläuung und schwache Quellung hervor. Schwefelsaures Anilin färbt den Bast isabellgelb Es ist höchst bemerkenswerth, dass dieser Bast durch Chromsäure nur sehr schwer und unvollständig in seine Elemente zerlegt werden kann, während doch diese Säure gewöhnlich die Isolirung der Zellen leicht und vollständig vollzieht. Besser, wenn auch gerade nicht vollständig, gelingt die Zerlegung des Bastes in seine histologischen Bestandtheile durch Natronlauge, wobei die Bastzellen eine gelbe Farbe annehmen, während die parenchymatischen Antheile fast ungefärbt bleiben.

Die Bastbündel sind von zahlreichen kurzen Markstrahlen durchsetzt, welche, von der Fläche aus betrachtet, meist nur 0.7—2.4 Mm. lang, 0.05—0.26 Mm. breit sind. Nur an jenen Stellen des Bastes, welche von den unteren Stammtheilen herrühren, kommen noch längere und breitere Markstrahlen vor. Die Kleinheit der Markstrahlen bedingt das homogene Aussehen dieses Bastes. Das Markstrahlengewebe ist meist noch sehr wohl erhalten, wie schon die Loupe erweist, mit welcher betrachtet, jeder Markstrahl als kreideweisser Strich erscheint.

Die Bastbündel setzen sich aus Bastzellen und Bastparenchym zusammen. Die Länge der Bastzellen ist wegen der Schwierigkeit, sie vollständig zu isoliren, nicht genau bestimmbar. Sie scheint sich auf 1—2 Millim. zu belaufen. Die Maximaldicke der Bastzellen beträgt 0.0168—0.0242 Millim. Die Enden der Zellen sind spitz, die Form der Zellen regelmässig, sowohl in Bezug auf den Querschnitt als auf die Dickenzunahme von der Spitze nach der Mitte zu. Die Wandverdickung ist mässig stark und unregelmässig. Porencanäle kommen sehr häufig vor.

Das spärlich vorhandene Bastparenchym besteht aus siebartig verdickten Zellen; es ist Siebparenchym.

Die Bastmarkstrahlen sind, wie schon erwähnt, im Ganzen sehr wohl erhalten. Von der Fläche gesehen beträgt die Länge meist nahezu 0.05, die Breite 0.03 Millim. Sie sind reichlich mit Stärke erfüllt, deren Körnchen einfach und elliptisch sind, und einen mittleren Längendurchmesser von 0.004 Millim. aufweisen. Die Zellen des Bastmarkstrahlengewebes führen auch hin und wieder kleine Mengen von oxalsaurem Kalk, in Form von die Zelle erfüllenden Krystallaggregaten.

Die Aschenmenge ist eine in Folge starker Imprägnation der Zellwände mit mineralischen Substanzen verhältnissmässig grosse, was sich dadurch zu erkennen giebt, dass in der Asche eine grosse Menge gut erhaltener Zellwandskelette auftreten. Nebenher finden sich auch Krystallaggregate, die dem Markstrahlengewebe entstammen.

22. Bast von *Lasiosyphon speciosus Decn.* [1]).

(Râmeta; ind.).

Der Bast dieser auf den Ghats in Dekan häufigen Pflanze hat eine Länge von 1—1.2 Met., und eine Breite von 2—7 Millim. Die Dicke dieses Bastes ist eine aussergewöhnlich mächtige; sie beträgt nämlich 0.5—1.0 Millim. Bei der Eintrocknung des Bastes tritt oft ein dichtes Uebereinanderlegen der Schichten ein, so dass er dann eine viel grössere Mächtigkeit zu besitzen scheint, als den natürlichen Bastschichten in der That zukommt. Schon mit freiem Auge erkennt man, dass zahlreiche, einem an Ort und Stelle zu Grunde gegangenen Bastmarkstrahlengewebe ihr Entstehen verdankende Hohlräume in Form feiner Längsspalten den Bast durchziehen. Der Bast hat nur wenig Glanz und eine rein weisse Farbe. Seine Oberfläche ist mit feinen, baumwollenartigen Fasern, den sich von selbst ablösenden Zellen des Bastgewebes, bedeckt.

Der Bast als solcher hat eine enorme Festigkeit. Er lässt sich mechanisch sehr leicht in lange flachsähnliche Fasern, durch weitere mechanische Bearbeitung selbst in eine baumwollenartige, jedoch kurzfaserige Masse zerlegen. Ueber seine gegenwärtige Verwendung in Indien liegen mir keine Daten vor. Seine Eigenschaften deuten jedoch darauf hin, dass er eine sehr vielseitige Anwendung finden könnte; als Bast, zu Seilerarbeiten, zu feinen und gröberen Geweben und zur Papierbereitung. Die daraus bereiteten Papiere würden in den Eigenschaften dem aus dem Baste der *Broussonetia papyrifera* dargestellten Papier gleichkommen.

Die lufttrockene Faser führt 8.00 Proc. Wasser. Im Maximum der Sättigung steigt der Wassergehalt bis auf 18.67 Proc. Wasser. Die völlig getrocknete Faser liefert 3.31 Proc. krystallfreie Asche.

Befeuchtet man die Faser mit Jodlösung, so nimmt sie sofort eine olivengrüne Grundfarbe an, in welcher sich eine grosse Zahl schwärzlicher Flecke bemerkbar macht. Schon mit der Loupe ist zu erkennen, dass diese dunkeln Flecke den Bastmarkstrahlen, deren Zellen mit

1) Wiesner l. c. p. 3 und 13—15.

Stärkekörnchen reichlich versehen sind, entsprechen. Auf Zusatz von Schwefelsäure nimmt die Faser für das freie Auge eine ziemlich gleichmässige schwarzgrüne Farbe an. Die dunkle Farbe rührt von den durch Jod tief blau gefärbten Stärkekörnchen der Markstrahlen her. Die grüne Farbe verdankt ihr Entstehen sowohl den Zellwänden des Gewebes, welche mit Jod eine gelbe, als auch den Stärkekörnchen der kleinen Markstrahlen, welche mit demselben Reagens eine blaue Farbe annehmen. Die durch Jod hervorgerufene Färbung, die dem freien Auge grün erscheint, ist mithin auch bei dem Baste und der Bastfaser von *Lasiosyphon speciosus* eine Mischfarbe aus Gelb und Blau, wie die mikroskopische Beobachtung lehrt. Kupferoxydammoniak färbt die Faser sofort unter starker Aufquellung blau. — Trotz der weissen Farbe dieses Bastes, welche vermuthen liesse, man hätte es hier mit unverholzten, fast nur aus Cellulose bestehenden Zellwänden zu thun, wird derselbe doch durch schwefelsaures Anilin isabellgelb gefärbt.

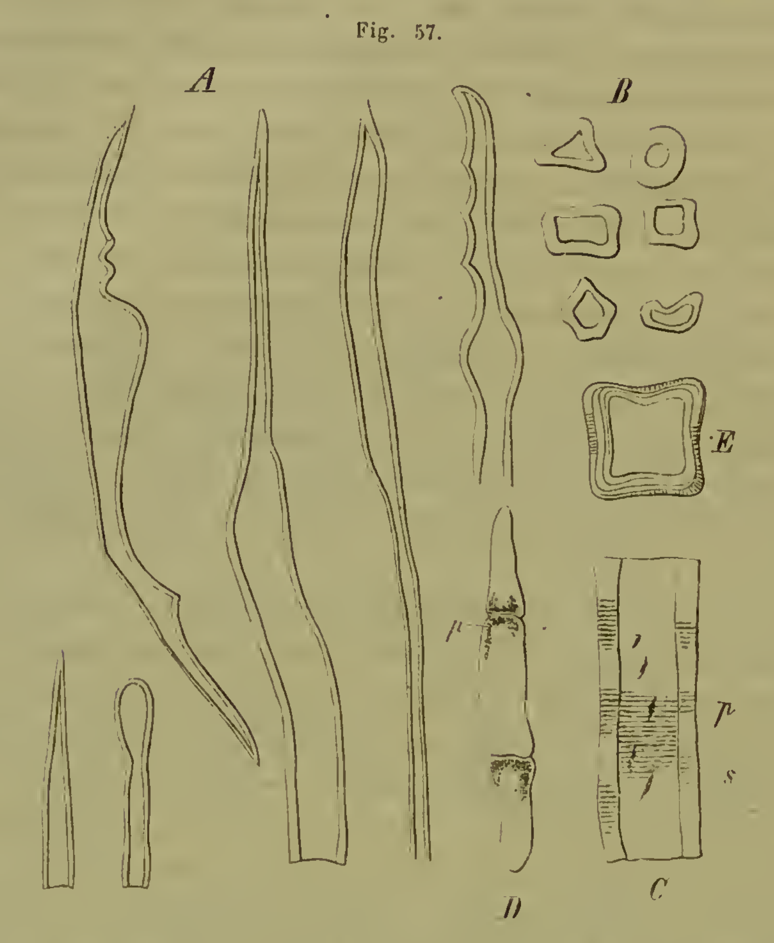
Der Bast hat, wie aus den oben angeführten Daten hervorgeht, eine ansehnliche Dicke. Er ist aber auch im Vergleiche zum Querschnitte des Stammes als mächtig entwickelt anzusehen. Ich fand, dass ein einjähriger, 3 Millim. im Durchmesser haltender Stamm der genanten Pflanze eine Bastlage enthielt, welche in radialer Richtung gemessen 0.29 Millim. betrug. Zieht man an einem trockenen Exemplare die Rinde vom Stamme ab, so erkennt man, dass der Bast zum Theil aus losen Fasern besteht. Also schon an der Pflanze selbst, wahrscheinlich bei der Eintrocknung des Rindengewebes, ist eine starke Resorption der Intercellularsubstanz der Bastzellen eingetreten. Es ist leicht einzusehen, dass dieser partiellen Freilegung der Zellen durch den Process der Röstung, der zur Abscheidung des Bastes in der That angewendet wird, noch mehr Vorschub geleistet werden muss. Hierdurch erklärt sich der feinfaserige Character dieses Bastes und das baumwollenartige Aeussere desselben.

Im Baste treten neben den Bastzellen noch reichlich parenchymatische Zellen, theils in Form von Markstrahlen, theils in Form von Rinden- und Bastparenchym auf.

Die Bastzellen haben eine Länge von 0.42—5.08, und eine Dicke von 0.008—0.029 Millim. Der Umriss der Zellen ist ein höchst variabler. Eine continuirliche Dickenzunahme, von den Enden gegen die Mitte zu, kommt an dieser Faser beinahe niemals vor. Fast an jeder Zelle treten plötzliche Erweiterungen und Verjüngungen auf. Bastzellen mit schmalen Enden und breiter Mitte überwiegen. Aber auch der umgekehrte Fall gehört bei der genannten Pflanze nicht zu den Seltenheiten. Die Zellenenden sind meist spitz, nicht selten kolbig

oder unregelmässig. Die Querschnitte der Zellen sind meist polygonal, selten rund. Structurverhältnisse sind an der von der Fläche aus

Fig. 57.



A, *B*, *D* Vergr. 300. *C*, *E* Vergr. 600. *A* Bastzellen und Enden von Bastzellen aus dem Stamme von *Lasiosyphon speciosus*. *B* Querschnitt durch die Bastzellen. *C* Bruchstück einer gequetschten Bastzelle. *E* Dieselbe im Querschnitt. *D* Bastparenchymzellen. *p* Protoplasmareste.

gesehenen Zelle nur selten wahrzunehmen. Hin und wieder erkennt man zarte, spaltenförmige Poren (Fig. 57 *D*, *p*). Eine Streifung der Zellwand ist direct nicht kenntlich. Wohl aber tritt sie bei der Quetschung der Zellen deutlich hervor, und erscheint dann in Form feiner, zur Längsrichtung senkrechten Linien. Auf dem Querschnitt der Faser ist die Streifung im Umfange der Membran angedeutet. Es hat den Anschein, als würde die Streifung in den peripheren Partien der Wand senkrecht, in den inneren schief gegen die Grenzfläche der Zelle verlaufen. Es erscheinen nämlich die inneren Partien der Wand häufig spiralförmig gestreift.

Markstrahlengewebe und Bastparenchym sind am Baste stark entwickelt. Auch Reste des Rindenparenchyms sind noch häufig zu finden. Die Markstrahlenzellen, deren Breite 0.042—0.063 Millim. beträgt, desgleichen die von aussen den Bastschichten anhaftenden Rindenparenchymzellen führen Stärke in grosser Menge. Die Stärke-

körnchen sind kugelförmig oder elliptisch, seltener abgeplattet, und, so viel ich gesehen habe, stets einfach. Ihr Durchmesser (bei symmetrisch gebauten Körnern der längste Durchmesser) misst 0.0039—0.0098, meist 0.006 Millim. Die Stärkekörnchen erfüllen häufig das ganze Innere der genannten Zellen.

Das Bastparenchym besteht aus Zellen, welche parallel der Richtung der Bastzellen gestreckt sind. Ihre Länge beträgt zumeist 0.07, ihre Breite 0.02 Millim. Diese Zellen sind sehr dünnwandig und führen nichts als kleine, den Wänden anhaftende Protoplasmareste (Fig. 57 *D, p*); ihre radialen Wände sind häufig mit grossen Poren versehen.

In der Asche lassen sich blos structurlos erscheinende Zellwandskelette nachweisen.

23. Bast von *Sponia Wightii Planch.*[1].

(Chitrang: ind.).

Dieses Gewächs kommt in den hügeligen Districten Concan's häufig vor. Die Länge des durch Röstung abgeschiedenen Bastes beträgt 0.3—0.8 Meter, die Breite der Stücke 0.9—5, die Dicke 0.1—0.8 Mm. Einzelne Stücke sind zimmtbraun, andere beinahe kreideweiss. Die meisten halten in der Farbe die Mitte zwischen diesen beiden Extremen. Sowohl die Baststreifen als auch die Fasern, welche sich in beliebiger Dicke vom Baste abtrennen lassen, erweisen sich sehr fest. Nicht nur der Bast als solcher ist verwendbar, sondern auch in Form von Fasern eignet sich derselbe zur Herstellung von Seilerwaaren. Die Intercellularsubstanz hat bei der künstlichen Abscheidung des Bastes sehr gelitten. Die Folge davon ist die gleiche wie bei dem Baste von *Lasiosyphon speciosus*, auch der Bast der *Sponia Wigthii* ist an seiner Oberfläche fast wollig, so reichlich trennen sich von ihm einzelne Zellen und Zellgruppen in Form feiner Fasern ab.

Im lufttrocknen Zustande führt die weisse Faser 8.66, die braune 8.75 Proc. Wasser. Im mit Wasserdampf völlig gesättigten Raume steigert sich die Wassermenge bei dem weissen Baste, respective der weissen Faser bis auf 18.86, bei dem braunen Baste oder der braunen Faser bis auf 21.82 Proc. Die weisse Faser und der weisse Bast geben im völlig getrockneten Zustande 3.69, die braune Faser oder der braune Bast 3.55 Proc. krystallfreie Asche.

Die braunen Partien der Faser und des Bastes verdanken ihre

1) S. Wiesner l. c. p. 3 und 20, 21.

Farbe dem Auftreten von Huminsubstanzen. In Folge dessen ist die Hygroscopicität derselben grösser als an den ungefärbten Partien der Faser oder des Bastes derselben Pflanze.

Jodlösung färbt die Faser braun. Einzelne Fasern nehmen hierbei eine kupferrothe Farbe an. Auf Zusatz von Schwefelsäure werden Bast und Faser blau. Kupferoxydammoniak färbt beide blau und bringt sie zur starken Quellung, theilweise zur Auflösung. Schwefelsaures Anilin färbt die Faser und den Bast schmutzig gelb mit einem Stich in's Zimmtbraune.

Der Bast führt in einem reichlich entwickelten Parenchym gruppenweise auftretende, hin und wieder vereinzelte Bastzellen, ähnlich wie der Lindenbast. Die Zellen dieses Gewebes lassen sich durch Chromsäure nur sehr unvollkommen isoliren, so dass es auf diese Weise unmöglich ist, eine Längenbestimmung der Bastzellen vorzunehmen. Nach langer Einwirkung von Chromsäure wird allerdings die Intercellularsubstanz völlig gelöst; dann sind aber die Zellwände der genannten Zellen bereits so stark angegriffen, dass sie schon bei der leisesten Berührung mit der Nadel zerreissen. Hingegen gelingt die Freilegung der den Bast zusammensetzenden Zellen sehr leicht durch Kochen in Natronlauge. Die Bastzellen haben meist eine Länge von 4.0 und eine Dicke von 0.021 Millim. Es scheint eine ausserordentliche Constanz in den Dimensionen der Zellen des Bastgewebes stattzuhaben. Die überwiegende Mehrzahl der Bastzellen ist bis auf die meist dünnwandigen Enden sehr stark verdickt, in Folge dessen erscheint das Lumen der Zelle in der Flächenansicht nur als dunkle Linie. Einzelne Stellen mancher Bastzellen sind völlig solid; wenigstens wollte es mir, weder an der isolirten, noch an der querdurchschnittenen Bastzelle, auch nicht durch Reagentien, gelingen, einen inneren Hohlraum zu erweisen. Die Wände der Bastzellen erscheinen deutlich geschichtet. Die äusseren Wandpartien sind senkrecht zur Axe, die inneren schief gegen diese gestreift. Die äusseren Partien der Zellwand sind von den inneren optisch stark verschieden.

Die Markstrahlen führen reichlich Stärke, deren Körnchen theils einfach, theils zu 2—5 componirt sind. Die einfachen und die Theilkörnchen haben eine elliptische Form und zeigen einen grössten Durchmesser von etwa 0.0033 Millim.

In dem reich entwickelten Bastparenchym habe ich trotz emsigen Suchens keine Krystalle aufgefunden.

Feine Monocotylenfasern.

24. Neuseeländischer Flachs.

Diese Faser wird seit alter Zeit in Neuseeland aus den Blättern der Flachslilie *(Phormium tenax)* bereitet. Die ersten Nachrichten über diese ausgezeichnete Faser gab Cook, nachdem er seine erste Weltumseglungsreise beendete[1]. Seitdem der neuseeländische Flachs in England Verwerthung fand, hat man vielfache, zum Theil von Erfolg gekrönte Versuche gemacht, die Stammpflanze auch anderwärts zu cultiviren. Am besten gelang die Acclimatisirung von *Phormium tenax* in Neusüdwales, wo schon in den dreissiger Jahren dieses Jahrhunderts der Anbau der Pflanze in so grossem Massstabe betrieben wurde, dass die dort dargestellte Faser als Handelsartikel nach England gebracht werden konnte[2]. In Neusüdwales gedeiht die neuseeländische Flachslilie ausgezeichnet. Die neueren Erfahrungen haben gelehrt, dass in diesem Lande der Bodenertrag an Fasern noch grösser als in Neuseeland ist. Ein Acre Landes giebt nach achtzehn Monaten schon drei Tonnen Rohfasern, in den darauf folgenden Jahren soll aber die gewonnene Fasermenge eine noch grössere sein[3]. Auch in Britisch-Ostindien, auf Mauritius und Natal ist die Acclimatisation der Faser gelungen, und wird in den genannten Ländern die Fasergewinnung auch im Grossen betrieben[4]. Hingegen haben die Vorschläge Cook's, *Phormium tenax* als Gespinnstpflanze nach England einzuführen, kein practisches Resultat ergeben[5]. Wenn auch die Anpflanzung in einigen anderen Ländern Europa's gelingt, z. B. in Frankreich, Dalmatien[6], so sei damit nicht gesagt, man könne dort mit Vortheil neuseeländischen Flachs gewinnen.

Die Blätter der *Phormium tenax* haben eine Länge von 1—2 Meter, und eine Breite von mehreren Centimetern. Das Gefässbündelgewebe ist im Blatte der Pflanze so reich entwickelt, dass die Angabe, man könne aus ihm 22 Proc. Rohfaser erhalten[7], Wahrscheinlichkeit gewinnt. In den gegenwärtigen Productionsländern erzeugt man gewöhnlich nur Rohfasern und überlässt die feinere Herrichtung der europäischen Industrie.

---

1) Reise um die Welt. Berlin 1774. II.

2) Bennet, Wandering in New South Wales. London 1834. I. p. 72.

3) Offic. österr. Bericht über die Pariser Ausstellung 1867. Bd. V. p. 346 ff.

4) Offic. österr. Bericht etc. l. c. p. 350.

5) Meyen, Pflanzengeographie. Berlin 1836. p. 474.

6) Meyen, Pflanzengeographie. Berlin 1836. p. 474.

7) Offic. österr. Bericht etc. l. c. p. 350.

Die rohe Faser ist gelblich oder, wenigstens stellenweise, weisslich, ihre Länge beträgt oft einen Meter. Sie wird durch Jod und Schwefelsäure, je nach dem Grade der durch die Gewinnungsweise (Röstung) hervorgerufenen Veränderungen gelb, grünlich oder blau gefärbt. Kupferoxydammoniak bläut sie und bringt sie zur schwachen Aufquellung. Schwefelsaures Anilin färbt selbst die ganz unveränderte Faser nur sehr wenig gelblich, ein Beweis, dass sie nur sehr schwach verholzt ist, was gewiss zu ihren Gunsten spricht.

Schacht[1]) war der erste, der über das mikroskopische Verhalten dieser Faser zuerst Mittheilung machte. Nach ihm sind die Bastzellen von *Phormium tenax* sehr lang, glänzend, weiss, seltener gelblich gefärbt, 0.010—0.017 Millim. breit, und endigen mit einer einfachen, sich allmälig verschmälernden, stumpfen Spitze. Es sind ferner, nach demselben Beobachter, diese Bastzellen, gleich der Leinenfaser, walzenförmig, und wie diese so stark verdickt, dass ihre Innenhöhle in der Regel als einfache Längslinie erscheint.

Da diese Mittheilungen sich blos auf die Morphologie der Bastzellen und nicht auf die der Faser beziehen; und da ich ferner schon nach flüchtiger Beobachtung fand, dass die von Schacht angegebenen, in so vielen Hand- und Lehrbüchern reproducirten Angaben nicht stichhaltig sind, so habe ich eine genaue mikroskopische Untersuchung der Faser veranlasst, welche von Rob. Schlesinger ausgeführt wurde. Die Resultate dieser Arbeit[2]), mit einigen Erweiterungen, folgen hier.

Am Blatte von *Phormium tenax* erkennt man auf dem Querschnitt dreierlei Gewebsformen, Oberhaut, Parenchym und Gefässbündel. Die Gefässbündel sind stets durch deutlich entwickelte Züge eines dünnwandigen Parenchymgewebes von einander getrennt. Da letzteres Gewebe leicht zerstörbar ist, so wird begreiflich, dass sich die Gefässbündel unschwer von den beiden übrigen Geweben völlig isoliren lassen, und dass mithin die Faser des neuseeländischen Flachses blos aus Blattgefässbündeln besteht. Auf dem Querschnitt des Blattes sind leicht zweierlei Gefässbündel zu unterscheiden, nämlich dünne und dicke. Erstere stehen dicht gedrängt an der äusseren (unteren), letztere, spärlicher auftretend, an der inneren (oberen) Seite des Blattes. Die dünnen Gefässbündel messen in tangentialer Richtung 0.090—0.120, in radialer Richtung 0.140—0.216, die Dicke tangential 0.105—0.180, radial 0.27—0.63 Millim.

Die äusseren Gefässbündel bestehen blos aus bastartigen Elemen-

1) Die Prüfung der im Handel vorkommenden Gewebe etc. p. 26.
2) Wiesner. Mikroskopische Untersuchungen, p. 16 ff.

ten, die inneren führen ausserdem noch Gefässe und cambiale Zellen. Der Querschnitt der Gefässe (Spiralgefässe) misst im Mittel 0.015—0.030 Millim. Die Verdickung derselben besteht gewöhnlich aus doppelt gewundenen Spiralbändern, deren Breite meist nahezu 0.0042 Millim. beträgt.

Der hauptsächlichste Bestandtheil der Faser des neuseeländischen Flachses sind die Bastzellen des Blattgefässbündels. Im Querschnitt gesehen, erscheinen sie polygonal im Umriss, mit einem deutlich ausgesprochenen, oft grossen Lumen versehen. Diese Beobachtung, von deren Richtigkeit ich mich selbst überzeugte, und die eigentlich die Veranlassung zu Schlesinger's Arbeit bildete, steht mit Schacht's oben mitgetheilten Angaben im Widerspruch. Es ist wohl kaum zweifelhaft, dass Schacht die unveränderten Bastzellen der Blätter von *Phormium tenax* nicht vor Augen hatte, sondern dass er blos Bastzellen untersuchte, welche durch ein die Zellwand zum Aufquellen bringendes Reagens isolirt wurden. Wahrscheinlich machte er seine Messungen an Bastzellen, welche durch Kalilauge aus dem Verbande gebracht wurden. In der That, isolirt man die Bastzellen von *Phormium tenax* mit Kalilauge, so quellen ihre Wände so stark auf, dass die Innenhöhlen der Zellen nur mehr als dunkle Linien, wie bei der Leinenfaser, erscheinen. — Die Dimensionen der in der Rohfaser vorkommenden Bastzellen stimmen mit jenen der natürlichen, unveränderten überein. Der Process der Fasergewinnung hat mithin an den morphologischen Verhältnissen dieser Zellen nichts geändert. Es beträgt die maximale Breite der Bastzellen 0.008—0.0189, meist nahezu 0.0135 Millim. Die Breite der Faser nimmt sehr regelmässig von den Enden nach der Mitte hin zu. Das Lumen der unveränderten Bastzelle misst meist $^1/_4$—$^1/_2$ der Zellbreite; nur selten erscheint es auf eine einfache Linie reducirt. Sowohl durch Chromsäure als durch Alkalien kann man jede Rohfaser in ihre Elementarorgane zerlegen. Da aber erstere die Faser stärker mechanisch angreift als letztere, so ist es für die Längenbestimmung der Bastzellen zweckmässiger, letztere in Anwendung zu bringen. Die Länge dieser Zellen beträgt 2.7—5.65 Millim.

Die Rohfaser, deren Breite 0.042—0.120 Millim. beträgt, setzt sich aus den oben genannten dünnen und aus Fragmenten der dicken Gefässbündel zusammen. Von letzteren werden bei der Abscheidung die cambialen Zellen ganz, die Gefässe zum grössten Theile zerstört, so dass man Spiralgefässen in der Rohfaser nur selten begegnet.

Es ist von Barreswill zuerst angegeben worden, dass die Faser des neuseeländischen Flachses durch rauchende Salpetersäure roth gefärbt werde, und es ist diese Reaction oft als ein Unterscheidungs-

merkmal dieser Faser angesehen worden. Die völlig gereinigte Faser zeigt diese Reaction nicht, auch an der durch Röstung entstandenen Rohfaser bleibt sie oft aus. An der unveränderten Faser ist sie hingegen leicht hervorzurufen.

Der neuseeländische Flachs findet im rohen Zustande Anwendung zu Seilen und Schiffstauen, und seine natürliche Festigkeit[1] und Resistenz gegenüber der Wirkung des Wassers und der Atmosphärilien macht ihn hierzu besonders tauglich. Im gereinigten Zustande wird diese Faser auch zur Herstellung von Gespinnsten und Geweben benutzt, welche sich rein weiss bleichen lassen.

25. Aloëfaser.

Sehr oft wird die Faser der Agaven mit diesem Namen belegt, namentlich häufig die Faser der *Agave americana*, welche Pflanze gewöhnlich amerikanische Aloë genannt wird. Hier soll jedoch die Faser aus den Blättern der echten, dem botanischen Genus *Aloë* angehörigen Pflanzen besprochen werden.

Die echten Aloën, deren Heimat die afrikanischen Küstenländer sind, die aber durch Cultur nach den meisten übrigen tropischen Ländern, namentlich Indien und Westindien verpflanzt wurden, werden hier und dort auch zur Fasergewinnung benutzt. Wenn auch in einzelnen Gegenden Ostindiens grössere Quantitäten dieser Faser gewonnen werden[2], so hat sie für den Handel doch keine grosse Bedeutung und steht namentlich der Agavefaser an Wichtigkeit weit nach.

Von den zur Fasergewinnung dienenden *Aloë*-Arten, die ich in der obigen Zusammenstellung namhaft gemacht habe, scheint *Aloë perfoliata Thunb.* noch am häufigsten benutzt zu werden[3], weshalb ich die Faser gerade dieser Pflanze auswählte, um sie im Nachfolgenden als Repräsentanten der echten Aloëfasern zu beschreiben.

Die genannte Faser ist von weisser Farbe, etwas glänzend, von spinnbarer Feinheit, lang, weich und geschmeidig. Die Länge der rohen Faser steigt bis 50 Centim., die der fein ausgehechelten Faser auf 20—38 Centim. Die Fasern sind im Verlaufe äusserst gleichartig; es gehen von ihnen entweder keine oder nur kaum sichtbare kurze Fäserchen ab. Die Dicke der Fasern ist eine sehr gleichmässige;

---

1) Nach Labillardière verhalten sich die absoluten Festigkeiten von Seide, neuseeländischem Flachs, Hanf und Flachs zu einander wie 100 : 60 : 48 : 34.5. (E. Meyer, in den Schriften der physik. ökon. Gesellschaft zu Königsberg. 18. Febr. 1842).

2) Cat. des col. fr. p. 79.

3) Royle l. c. p. 51 und Cat. des col. fr. p. 79.

selbst nahe den Enden sind die Fäden kaum schmäler als in der Mitte. Die maximale Dicke beträgt 0.075—0.105 Millim.

Lufttrocken führt die Faser 6.95, mit Wasserdampf gesättigt 18.03 Proc. Wasser, und giebt im völlig getrockneten Zustande 1.28 Proc. krystallfreie Asche.

Jodlösung färbt die Faser goldgelb. Auf Zusatz von Schwefelsäure nimmt sie eine rothbraune Farbe an. Kupferoxydammoniak färbt sie intensiv blau und bringt sie zu schwacher Quellung. Schwefelsaures Anilin bringt eine goldgelbe Färbung hervor.

Die Fasern der *Aloë perfoliata* bestehen, soviel ich gesehen habe, blos aus Bastzellen. Sowohl durch Chromsäure als durch Kalilauge lassen sie sich leicht aus dem Zusammenhange bringen. Aber die Chromsäure greift die Substanz der Faser sehr stark an, so dass sie sich mit Nadeln nur unter Zerreisung trennen lassen; Kalilauge bringt die Zellwände zur starken Aufquellung. Will man die Querschnittsdimensionen dieser Zellen an isolirten Zellen auffinden, so muss man Chromsäure, will man die Länge der Bastzellen bestimmen, so muss man zur Isolirung eine alkalische Flüssigkeit anwenden. Die maximale Breite dieser Zellen beträgt 0.015—0.024 Millim. Die Verdickung der Wand ist immerhin eine so mächtige, dass das Lumen der Zelle meist blos den dritten Theil des Querschnittsdurchmessers der Zelle nach der Quere misst. Von Structurverhältnissen ist direct nur das Auftreten von schief verlaufenden, spaltenförmigen Poren, die indess nur spärlich vorkommen, zu bemerken. Die mit Kalilauge vorbehandelte Faser nimmt, wenn sie gequetscht wird, eine spiralige Streifung an. — Die Länge der Bastzellen beträgt 1.3—3.72 Millim. Die Zelle ist regelmässig cylindrisch und conisch zugespitzt. Nur sehr selten findet man einzelne Zellen mit gabelförmigen Enden.

Jodlösung und Schwefelsäure färben die Mehrzahl der Zellen rothbraun, manche grünlich, manche gelb; stellenweise ist sogar auch ein Blauwerden zu bemerken. Kupferoxydammoniak färbt die Bastzelle blau und bringt die Wand zu starker Aufquellung.

Diese Faser wird zu Seilen, Tauen oder im fein zubereiteten Zustande auch zu Geweben (Aloëtüchern) verarbeitet.

Grobe Monocotylenfasern.

26. Musafasern.

(Manilahanf).

Die grössten Mengen von Manilahanf kommen von den Philippinen[1])

1) Squier l. c. p. 12.

und die Pflanze, welche dort diese wichtige Faser liefert, ist *Musa textilis Nees*. Die viel verbreitete Angabe, dass der gesammte Manilahanf, worunter man heute alle von den Stämmen der *Musa*-Arten (Bananen) herrührende Fasern versteht, von den Philippinen käme, ist eben so unrichtig als die Aussage, dass blos *Musa textilis* als Stammpflanze dieser Faser angesehen werden könne.

Ausser *Musa textilis*, deren Heimat die Molukken und Philippinen, dienen auch *M. paradisiaca L.*, deren Heimat Ostindien und die Inseln des stillen Meeres sind, und die gegenwärtig wohl überall in den Tropen cultivirt werden[1], ferner *M. sapientum L.* und *M. mindanensis Rumph.*, deren Heimat Indien ist, die *M. Cavendishi Paxt.* Chinas, die *M. Ensete Gmel.* Abyssiniens, und wahrscheinlich noch andere *Musa*-Arten zur Abscheidung des Manilahanfs.

In sehr ausgedehntem Massstabe wird in Indien, vorwiegend aus *Musa textilis*, aber auch aus *M. sapientum* (Vorderindien)[2], in Guiana aus *M. paradisiaca*[3], ferner auf den Antillen, in Neucaledonien und auf Réunion[4], in Angola[5] und in Neusüdwales, hier aus der vor kurzer Zeit aus Afrika eingeführten *Musa Ensete*[6] Manilahanf gewonnen.

Der Manilahanf führt im Handel auch die Namen Plantain fibre[7], Bananenfaser, Siam hemp, Menado hemp, Abaca, white rope.

Man findet nicht selten die Angabe verbreitet, dass die Blätter oder Blattstiele der Bananen den Manilahanf liefern[8]. Es ist jedoch unrichtig. Diese Faser wird ausschliesslich aus den Stämmen der oben genannten Gewächse bereitet, wie man sich durch den Vergleich der Manilahanffasern mit den Blatt- und Stammgefässbündeln irgend einer *Musa*-Art leicht überzeugen kann. Verlässliche Beobachter, wie Royle, Miquel[9]) sprechen stets nur von den Stamm- und nicht von den Blattfasern der *Musa*-Arten. Die Gefässbündel der Blätter dieser Gewächse besitzen nur geringe Festigkeit und Haltbarkeit, so dass sie zur Darstellung von Seilen, Tauen und dgl. gar nicht tauglich sind.

---

1) Royle l. c. p. 63. Am meisten nach Norden scheint unter den Bananen *M. sapientum* zu gehen, welche auch auf Zante gedeiht und dort auch reife Früchte bringt. Heldreich l. c. p. 10.

2) Miquel, Flora von Nederl. Indië. III. p. 588.

3) Wiesner, Bericht p. 351.

4) Cat. des col. fr. p. 79 ff.

5) Welwitsch l. c. p. 42.

6) Wiesner, Bericht p. 355.

7) Plantain = Banane.

8) Henkel, Naturerzeugnisse I. p. 443. Grothe in Muspratt's Chemie V. p. 165.

9) Vgl. z. B. Miquel l. c. III. p. 588.

Nach Labhart[1]) wächst die Stammpflanze des Manilahanfs auch jetzt noch auf den Philippinen wild, behufs Fasergewinnung wird sie jedoch daselbst auf Aeckern cultivirt. Das Feld braucht blos alle 10—12 Jahr neu bepflanzt zu werden. Schon nach 2 Jahren erhält man die erste Ernte. Die Pflanzen haben dann eine Höhe von 3—4 Meter und die Stämme einen Durchmesser von etwa 14—15 Centim. erreicht. Die Blätter werden entfernt und die Stämme, nachdem man sie entblättert, drei Tage auf dem Felde stehen lässt, auf die Faser verarbeitet.

Die Abscheidung der Faser erfolgt nach kurzer Röstung der Stämme, bei welcher das Oberhaut- und Grundgewebe der letzteren zu Grunde geht. Die in Fäulniss befindlichen Stämme werden durch Eisenkämme durchgezogen, wodurch es gelingt die wohl erhaltenen, im Mittel etwa 1—2 Met. langen Fasern rein zu gewinnen. Die äusseren Partien der Stämme enthalten gröbere, die inneren feinere Fasern.

Die nachfolgende Characteristik des Manilahanfs stützt sich auf Untersuchungen, die Herr Wilh. Hauck unter meiner Leitung ausführte und bezieht sich auf die Fasern von *Musa textilis*, *mindanensis* und *paradisiaca*.

Die grobe Faser von *Musa textilis* hatte eine Länge von 7.5 Met. und eine maximale Dicke von 0.10—0.28, meist von circa 0.22 Millim. Die Länge der feinen Faser betrug 2 Meter, ihre Dicke 0.015—0.39, meist 0.17 Millim. — Im Wasser- und Aschengehalte stimmten beide Fasersorten nahe mit einander überein. Die lufttrockene Faser enthielt 12.2—12.9 Proc. Wasser. In mit Wasserdampf gesättigtem Raume steigerte sich die Feuchtigkeitsmenge continuirlich bis auf 45—56.1 Proc. Die Aschenmenge der trockenen groben Faser belief sich auf 1.22, die der trockenen feinen Faser auf 0.71 Proc. Die Asche ist deutlich grün gefärbt und schmilzt vor dem Gebläse zu einem grünen am Rande violetten Glase.

Die Faser von *Musa mindanensis* besass eine Länge von 1.7 Met. und eine maximale Dicke von 0.14—0.33, meist von 0.21 Millim. — Die Faser von *Musa paradisiaca* hatte blos eine Länge von 0.5 Met. und eine maximale Dicke von 0.017—0.21, meist von 0.14 Millim. Im Wasser- und Aschengehalte stimmten die Fasern beider Pflanzen sehr nahe mit der Faser von *Musa textilis* überein.

Mit Jodlösung wird der Manilahanf gelb, auf Zusatz von Schwefelsäure goldgelb bis grünlich. Kupferoxydammoniak bläut die Faser

---

1) Vierteljahrschrift der naturf. Gesellschaft in Zürich III. p. 83 und Bonplandia 1859 p. 15.

und bringt sie zur schwachen Aufquellung. Durch schwefelsaures Anilin wird sie blassgelb gefärbt.

Die Faser besteht vorwiegend aus Bastzellen, welche sich sowohl durch Chromsäure als durch Kalilauge isoliren lassen. Bei dem Zerfall des Gewebes durch eines der beiden Reagentien erscheinen auch grosse Parenchymzellen, die zwischen sich kleine Intercellularräume frei lassen und kleine, stark verkieselte, reihenweise auftretende Bastparenchymzellen, ferner Spiralgefässe mit mehrfachen parallelen Verdickungsspiralen.

Die Länge der Bastzellen beträgt bei:

Musa textilis	2.0—2.7 Millim.;	meist 2.7	Millim.
M. paradisiaca	2.1—2.7 » ;	» 2.7	»
M. mindanensis	2.7—4.6 » ;	» 3.2	»

Maximale Dicken der Bastzellen:

Musa textilis	0.012—0.046;	meist 0.029	Millim.
M. paradisiaca	0.014—0.042;	» 0.029	»
M. mindanensis	0.012—0.021;	» 0.016	»

Die Zellwände der Bastzellen sind mässig bis stark verdickt und bieten keinerlei Structurverhältnisse dar.

Die Asche führt spärlich Kieselskelette der oben genannten kleinen Bastparenchymzellen.

Der Manilahanf findet eine ausgedehnte Anwendung zur Verfertigung von Seilerwaaren, und seiner Haltbarkeit im Wasser und seiner Leichtigkeit wegen zur Verfertigung von Schiffstauen.

27. Agavefaser.

(Pite, Pita).

Diese Faser kommt vorzugsweise aus den Heimatländern der Agaven, also aus Central-, Südamerika, Westindien und einigen Gegenden Afrikas. Doch hat man die Stammpflanzen der Pite auch in andere tropische und subtropische Länder eingeführt und benutzt sie auch daselbst zur Fasergewinnung.

Die wichtigsten Stammpflanzen der Pite sind:

Agave americana Lam. Heimat: wärmeres Amerika und Westindien. Auf Barbados wird die Pflanze und die daraus dargestellte Faser auch Silkgrass genannt[1]). Diese Agave wird auch in vielen anderen warmen Ländern, u. A. auch in Griechenland cultivirt, in welchem letzteren Lande man jedoch nicht die Faser, sondern blos das Mark der Stämme gewinnt, und zwar als Korksurrogat benutzt[2]).

1) Maycock l. c. p. 134.
2) Heldreich l. c. p. 9.

A. vivipara L. In Florida und Mexiko zu Hause, wo sie auch auf Faser ausgebeutet wird[1]). Die Pflanze wurde als *Bastart aloë* auch in Amboïna eingeführt, und dient daselbst zur Darstellung einer Faser[2]).

A. mexicana Lam. Faserpflanze Mexikos.

A. Cantala Roxb. In Indien (Malva) auf Faser verarbeitet.

A. diacantha L. Auf Madeira, Barbados und in Demerara benutzt[3]).

A. Sisalana Mill., *A. lurida Ait.* und *Fourcroya cubensis Haw.* Liefern den in Centralamerika dargestellten Gras- oder Sisalhanf, der vom Hafen Sisal ausgeführt wird[4]).

A. filifera Salm. Mexiko. Auf den Antillen, in Indien und auf Réunion cultivirt[5]).

A. yuccæfolia Redouté, *A. Ixtli Ait.*, *Fourcroya gigantea Vent.* und *F. foetida Haw.* werden ebenfalls als Pite-Pflanzen bezeichnet[6]).

Die Faser Pite steht in Amerika seit alter Zeit in Verwendung, und schon im vorigen Jahrhundert hat man selbe in Europa gekannt[7]).

Es ist hinlänglich erwiesen, dass man zur Fasergewinnung stets die Blätter der *Agaven* benutzt. Dieselben werden einem kurzen Röstprocess unterworfen, welcher alle Gewebe bis auf die Gefässbündel zerstört, worauf es leicht ist, durch Riffeln mittelst Eisenkämmen oder selbst mit freier Hand die Fasern zu isoliren.

Die Faser ist bedeutend kürzer als der Manilahanf, selten länger als ein Meter, härter, weniger biegsam und zähe als die Musafaser, von welcher sie sich auch dadurch unterscheidet, dass jede einzelne Faser sehr merklich nach der Mitte hin an Dicke zunimmt, während die Musafaser eine auffällige Gleichmässigkeit in der Dicke erkennen lässt.

Die maximale Dicke der Fasern schwankt zwischen 0.10—0.46 Millim. An einer und derselben Faser ist die Dicke in der Mitte nicht selten doppelt so gross als an den Enden.

Die nachfolgenden Eigenschaften der Pite stützen sich fast durchgängig auf Untersuchungen, welche von Wilh. Hauck ausgeführt wurden.

Die lufttrockene Faser führt 12.0—12.5 Proc., im Maximo der Sättigung 32—36 Proc. Wasser. Die Aschenmenge beträgt 1.8—2.4 Proc. In der Asche finden sich lange, prismatische Pseudo-Krystalle von Kalk,

1) Sqier l. c. p. 25.
2) Royle l. c. p. 45.
3) Royle l. c. p. 43.
4) Squier l. c. p. 27. Martius, Flora Bras. III. 2. p. 193.
5) Cat. des col. fr. p. 79.
6) Royle l. c. p. 43. Martius l. c.
7) Du Tertre, Histoire naturelle des Antilles und Böhmer l. c. I. p. 527.

die beim Verbrennen aus oxalsaurem Kalk entstanden sind, und auf Zusatz von Schwefelsäure sich sofort in Gypsnadeln verwandeln, somit von den geformten Einschlüssen der Manilahanf-Asche sehr leicht unterschieden werden können. Die Asche ist schmutzig weiss.

Durch Jod werden die Fasern gelb, auf Zusatz von Schwefelsäure grünlich oder bräunlich. Durch Kupferoxydammoniak quellen sie unter Bläuung etwas auf, schwefelsaures Anilin färbt sie deutlich gelb.

Die Fasern lassen sich sowohl durch Chromsäure als durch alkalische Laugen in ihre Elementarbestandtheile zerlegen, und es stellt sich dann heraus, dass sie vorwiegend aus Bastzellen bestehen, aber ausserdem noch Spiralgefässe und lang gestreckte Parenchymzellen enthalten. Letztere umschliessen Krystalle von oxalsaurem Kalk, deren Länge etwa 0.42, deren Breite 0.01—0.02 Millim. beträgt.

Die Länge der Bastzellen steigt von 1.02—2.2 Millim., meist beträgt sie blos 1.70 Millim. — Die Breite der Zellen liegt zwischen 0.016—0.021 Millim.; meist misst sie 0.017 Millim. Die Bastzellen sind dünnwandig; stellenweise erscheinen ihre Grenzen durch Anlagerung von Parenchymzellen wellenförmig gestaltet.

Die Faser ist leicht, daraus gefertigte Taue schwimmen im Wasser. Sie wird zu den verschiedensten Seilerarbeiten, auch zu Schiffstauen verarbeitet, wozu sie sich jedoch nicht in dem Masse wie der Manilahanf eignet. In neuerer Zeit wird die Pitefaser als Surrogat für Borsten und Rosshaare zur Verfertigung von Bürsten und ähnlichen Gegenständen verarbeitet.

28. Cocosnussfaser.

(Cocosfaser, Coïr).

Die Cocospalme *(Cocos nucifera L.)* ist durch die Cultur wohl über die Küstengegenden der ganzen Tropenwelt verbreitet worden. Am häufigsten findet sie sich in den Küstenländern Südasiens und auf den sie umgebenden Inseln. Ueber die Heimat dieses ausserordentlich nützlichen Culturgewächses herrscht wie wohl über die ursprüngliche Verbreitung der meisten seit Alters her wichtigen Nutzpflanzen keine Gewissheit. Das häufige Vorkommen in Südasien hat schon vor Langem dahin geführt, daselbst die Heimat der Cocospalme anzunehmen. Aber ebenso berechtigt, vielleicht wegen des alleinigen Vorkommens der übrigen *Cocos*-Arten in Südamerika ist die Hypothese vom südamerikanischen Ursprunge dieses Baumes[1]. Am ausgedehntesten wird die Cultur der Cocospalme auf Ceylon und in Ostindien

1) Martius, Historia palmarum I. p. 188. Miquel, Flora von Nederl. Indië III. p. 65.

betrieben, woher denn auch die grössten Mengen aller jener Stoffe in den Handel gebracht werden, welche dieser Baum liefert[1].

Die Früchte der Cocospalme sind von einem derben Epidermoïdalgewebe umschlossen, unterhalb welchem in einer bräunlichen, parenchymatischen Grundmasse in mächtigen Schichten die zahlreichen Gefässbündel liegen, welche die Cocosnussfaser ausmachen[2]. Hieran, nach innen zu, schliesst sich die Steinschale (Cocosschale), welche den öligen Kern der Nuss umgiebt.

Die Gefässbündel der Fruchtrinde der Cocosnuss kommen nicht bei allen Formen der *Cocos nucifera* in genügender Masse und Festigkeit vor, so dass nicht die Früchte aller Varietäten dieser Palme zur Gewinnung der Faser Coïr sich eignen. Von den neunzehn Varietäten sind es blos die mit sehr faserreichen Fruchtrinden versehenen, nämlich *Cocos nucifera var. rutila*, *C. n. v. cupuliformis* und *C. n. stupposa*, welche zur Darstellung der Cocosfaser benutzt werden können. Die erstgenannte Varietät giebt die beste, die zuletztgenannte die geringste, nämlich eine sehr steife und starre Faser[3].

Die faserige Fruchtrinde der Cocospalme ist wie die rohe Faser Gegenstand des europäischen und nordamerikanischen Handels; sie dient zur Gewinnung der Faser und führt den Namen Roya[4]. Die Abscheidung der Faser aus der Fruchtrinde geschieht in der Weise, dass man letztere durch Monate in Wasser weichen lässt, hierauf wäscht, tüchtig durchklopft und an der Sonne trocknen lässt. Nach erfolgter Austrocknung werden die Roya's nochmals so lange geklopft, bis die Fasern auseinander weichen (Seemann). Durch diese Röste und die darauf folgenden mechanischen Angriffe wird das parenchymatische Grundgewebe der Fruchtrinde nicht nur so weit beseitigt, dass die Fasern freigelegt werden, sondern so gründlich entfernt, dass die einzelnen Fäden nun glatt erscheinen, und selbst mit der Loupe sich kein anhaftendes Gewebe mehr nachweisen lässt.

Die rohe Cocosfaser hat eine Länge von 15—33 Centim. und eine maximale Dicke von 0.05—0.30 Mm. An den Enden ist sie dünn, in der Mitte dick. Sie ist ausserordentlich fest, widerstandsfähig im Wasser und schwimmt, selbst in dicke Taue gedreht, ähnlich wie die unten folgende Piassavefaser, mit Leichtigkeit im Wasser. Nach Grothe

---

1) Vgl. oben bei den Fetten p. 203.

2) Die derben Mittelrippen der Blätter dieser Palme geben allerdings auch eine, freilich sehr grobe Faser, welche nur zur Herstellung von Besen und dgl. verwendbar ist. Im europäischen Handel kommt diese Faser nicht vor.

3) Miquel l. c. p. 70 ff.

4) Seemann, Die Palmen. 2. Aufl. p. 120.

ist sie unter allen zur Verfertigung von Schiffstauen dienlichen Fasern die leichteste.

Lufttrocken führt die Cocosnussfaser 11.28 Proc., mit Wasserdampf völlig gesättigt 17.99 Proc. Wasser. Völlig getrocknet liefert sie 1.49 Proc. Asche, welche fast gänzlich aus kleinen Kieselskeletten verbrannter Parenchymzellen besteht.

Die Farbe der Faser ist braunröthlich in verschiedenen Nüançen. Immerhin tritt die Färbung so auffällig hervor, dass die zu Farbenreactionen auf Fasern dienlichen Flüssigkeiten (Jod und Schwefelsäure, schwefelsaures Anilin) auf sie keine Anwendung haben können. Mit Kupferoxydammoniak behandelt nimmt indess die Faser unter merklichen Aufquellen eine ausgesprochene blaue Farbe an.

Die Cocosnussfaser besteht vorwiegend aus Bastzellen, ferner enthält sie zarte Porenleitzellen, schmale Poren- und Spiralgefässe, endlich kleine, stark verkieselte Parenchymzellen, welche in Form eines Bastparenchyms, nämlich in langen, den Bastzellen parallelen Reihen auftreten. Die Bastzellen erreichen gewöhnlich nur eine Länge von 0.4—0.96 Millim. Ihre maximale Breite schwankt zwischen 0.012—0.020 Millim. und beträgt gewöhnlich 0.016 Millim. Meist sind die Wände bis auf $^1/_3$ verdickt. Die Wandverdickung ist eine ungleichartige. — Die Isolirung der Bastzellen gelingt besonders rasch mit Kalilauge. Die Wände der Zellen quellen hierbei merklich auf und erscheinen innen mit einem Spiralbande ausgekleidet. — Die stets sehr zartwandigen Porenleitzellen erreichen blos eine maximale Weite von 0.008—0.013 Millim. Die Gefässe sind stets merklich weiter und steigt ihr Querdurchmesser bis auf 0.018 Millim. Die Bastparenchymzellen sind rundlich, parallel den Bastzellen etwas gestreckt, und messen 0.008—0.016 Millim. Besonders leicht sind diese Zellen in der Asche der Faser aufzufinden, welche fast nur aus Kieselskeletten dieser Elementarorgane besteht. In der Asche treten die Zellen theils einfach, theils in Längsreihen auf. Mit starken Vergrösserungen betrachtet, erscheinen die Kieselskelette häufig aussen mit Warzen besetzt.

Das Coïr zählt zu den wichtigsten Pflanzenfasern, welche die europäische Industrie aus den warmen Ländern bezieht. Sie wird zu Schnüren, Seilen, Schiffstauen, Teppichen, Bürsten, groben Pinseln, plüschartig gewoben zu Fussdecken, in neuester Zeit auch zu Maschinentreibriemen verwendet.

29. Echte Ananasfaser.

Die Blattfasern mehrerer *Bromelia*-Arten werden gewonnen und je nach ihrer Feinheit verschieden verwendet, zu Seilen, Tauen, aber

auch zu feinen Geweben (s. oben p. 325). Als Repräsentant der Ananasfaser möge hier die Faser von *Bromelia Karatas* Platz finden.

Bromelia Karatas L. ist eine in vielen Gegenden Südamerikas sehr häufig vorkommende Pflanze. Ihre Blätter werden in Guiana[1]), wahrscheinlich aber auch in anderen Ländern Südamerikas auf eine Faser ausgewerthet, welche den Namen Silkgrass führt, worunter man indess in manchen Ländern die Agavefaser bezeichnet (vgl. oben p. 434).

Die Faser ist weisslich, ziemlich glänzend; sie kommt der des Manilahanfs im Aussehen sehr nahe, ist aber etwas gröber und steifer, auch minder fest. Die Fasern sind rund und ziemlich glatt und fast ohne Nebenfasern. Ihre Länge steigt bis auf 1.2 Meter. Die Dicke der Faser variirt im ganzen Verlaufe einzelner nur wenig; aber auch unter einander zeigen die Fasern in dieser Beziehung nur wenig Unterschiede. Die Dicke schwankt zwischen 0.15—1.2 Millim.

Wassergehalt der lufttrockenen Faser: 6.82 Proc.

Die mit Wasserdampf gesättigte Faser enthält 28.19 Proc.

Völlig getrocknet giebt sie Asche: 1.34 Proc.

Jodlösung färbt die Faser gelb. Auf Zusatz von Schwefelsäure wird sie braunroth. Kupferoxydammoniak färbt sie bläulich und bringt eine schwache Quellung hervor. Schwefelsaures Anilin ruft eine intensiv gelbe Farbe hervor.

Die Faser der *Bromelia* setzt sich zum grössten Theile aus Bastzellen zusammen. In den dicksten Fasern treten aber zudem noch kleine Mengen von Spiralgefässen auf. Die Bastzellen sind dünnwandig. Die Breite des Lumens verhält sich zur Zellbreite wie 3:5—5:7. Die maximale Breite der Zellen beträgt 0.027—0.042 Millim. Kalilauge isolirt die Zellen der Fasern ausgezeichnet und ohne die Zellwände stark zur Quellung zu bringen. Die Länge der Zellen misst 1.4—6.7 Millim. Im Ganzen ist die Form der Bastzellen cylindrisch mit spitzen Enden; im Verlaufe kommen aber viele Unregelmässigkeiten vor. Die Membran der mit Kalilauge isolirten Zelle lässt sehr viele spaltenförmige, schief verlaufende Poren erkennen. Spiralstreifung ist jedoch selbst nach Quetschung der Faser nicht wahrzunehmen.

Die Bastzellen werden durch Jod gelb, auf Zusatz von Schwefelsäure rostroth. Bläuung habe ich niemals bemerkt. Kupferoxydammoniak färbt die Zellwand bläulich und ruft eine schwache Aufquellung hervor.

Diese Faser ist ihrer Steifheit und geringen Feinheit wegen wohl nur zur Herstellung von Seilerwaaren geeignet.

---

1) Offic. österr. Bericht etc. V. p. 355.

30. Esportofaser.

Das in neuerer Zeit so oft genannte und so vielfach verwendete Esportogras, die Blätter der in Spanien und Nordafrika in ausserordentlich grossen Mengen wildwachsenden *Stipa tenacissima L. (= Makrochloa tenacissima Kunth)*, stehen schon seit alter Zeit in Verwendung. Dieses Gras ist das *Spartum* der Lateiner. Schon seit Jahrhunderten werden in Spanien die zähen Blätter dieses Grases zerrissen und aus den festen Fäden Gebirgsschuhe (calcei spartei) verfertigt[1].

Wie nunmehr allgemein bekannt ist, wird das Esportogras in neuerer Zeit in der Korbflechterei (Spanien, Italien; seit 1870 auch in Oesterreich), und als Durchzugsstroh der Virginier Cigarren (Italien, Oesterreich), die grobe Faser zu Seilerarbeiten (Spanien, England, Frankreich), die feine gebleichte Faser in der Papierfabrication (Spanien, England) u. s. w. verwendet. Die Waare, welche unter dem Namen Esportostroh in den Handel kommt, besteht aus ganzen Blättern. In diesem Abschnitte handelt es sich blos um die aus den Esportoblättern dargestellten Fasern, und es sei nur zum Verständniss der die Faser selbst betreffenden Auseinandersetzungen hier kurz erwähnt, dass die sogenannten Esportohalme (Blätter) eine grünliche, nach längerem Liegen gelbliche Farbe zeigen, eine Länge von etwa 0.3—0.5 Meter und eine mittlere Dicke von etwa 1.5 Millim. haben. Trotzdem diese sog. Halme Blätter sind, sind sie doch nicht flächenförmig, vielmehr cylindrisch gestaltet, welche merkwürdige Form dadurch zu Stande kommt, dass sich die im Querschnitte etwa halbkreisförmigen Blatthälften dicht aneinander legen. Nur an der Basis jedes »Esportohalmes« kann man schon durch die Form nachweisen, dass er ein Blatt ist.

Die grobe, zu Seilerwaaren dienliche Esportofaser, wird einfach durch Zerreissen der Blätter auf dem Wolf ohne jede Vorbehandlung erhalten. Früher scheint man in Spanien durch Bearbeitung auf den Hanfbrechen und Hanfhecheln ähnlichen Vorrichtungen die Faser dargestellt zu haben[2], und vielleicht steht auch jetzt noch diese Bereitungsweise hier und dort in Anwendung.

Die Faser hat eine Länge von 10—40 Centim., und eine Dicke von 0.09—0.5 Millim. Die feinen Fasern sind kurz, die groben lang. Von den einzelnen Fasern gehen noch überaus zarte Fäserchen, welche etwa eine Dicke von 0.03 Millim. haben, aus, die sich jedoch nur in einer Länge von 1—2 Centim. abziehen lassen. Die Faser ist grüngelblich gefärbt, glanzlos, rauh im Anfühlen, und im Vergleiche mit den gewöhnlichen Spinnfasern steif.

---

1) Böhmer, Technische Geschichte der Pflanzen. I. p. 530.

2) Böhmer l. c. p. 530.

Lufttrocken führt die Esportofaser 6.95, mit Wasserdampf völlig gesättigt 13.32 Proc. Wasser. Völlig getrocknet liefert sie 2.20 Proc. Asche. Diese Asche ist wohl völlig krystallfrei, hat aber doch ein sehr characteristisches Gepräge, indem sie der Hauptmasse nach aus gestaltlich vollkommen wohlerhaltenen Oberhautstücken des Esportohalmes besteht, an denen man die durchwegs stark verkieselten Oberhautzellen und Spaltöffnungszellen mit überraschender Schärfe erkennt. In diesen Oberhautstücken findet man zwei Arten von Oberhautzellen, gewöhnliche, seitlich wellenförmig contourirte (s. die unten bei Besprechung der Strohpapiere abgebildeten Oberhautzellen des Esportohalmes) und überaus kleine, wegen ihrer starken Verkieselung Kieselzellen genannt.

Jod und Schwefelsäure färben die Faser rostroth. Kupferoxydammoniak färbt die Faser grün und nur die hier und dort freiliegenden Bastzellen unter Aufquellung blau. Schwefelsaures Anilin ruft eine eigelbe Farbe hervor.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Esportofaser tritt das Oberhaut- und Gefässbündelgewebe so sehr in den Vordergrund, dass es genügt, die morphologische Characteristik auf diese beiden Gewebe zu stützen. Das Parenchymgewebe ist in so geringer Menge vorhanden, dass man fast Mühe hat, es überhaupt nur aufzufinden. — Fast an jeder Esportofaser sieht man Stücke der Oberhaut, bestehend aus Oberhaut- und hin und wieder Spaltöffnungszellen, reichlich bedeckt mit kurzen, an der Spitze meist hakenförmig gekrümmten conischen Haaren, welche entschieden das matte Aussehen und das rauhe Anfühlen der rohen Esportofaser bedingen. Die Länge der gewöhnlichen Oberhautzellen beträgt etwa 0.060, ihre Breite 0.013 Millim. Die Haare sind 0.036—0.06 Millim. hoch; ihre Basis misst etwa 0.009 Millim. — Die Hauptmasse der Fasern besteht indess aus Bastzellen. Dieselben sind kurz, nämlich meist unter, selten über einen Millimeter lang, sehr regelmässig walzenförmig und lang zugespitzt, stark verdickt, fast so wie die Flachsbastzellen, 0.009—0.015 Millim. breit. — Die Bastzellen des Esportohalms werden durch Kupferoxydammoniak gebläut, quellen auf, stellenweise blasig, und werden schliesslich in Lösung übergeführt. Jod und Schwefelsäure rufen an der unveränderten Bastzelle eine grüngelbe, schwefelsaures Anilin eine deutliche gelbe Färbung hervor.

Die feine zur Papierbereitung dienende Esportofaser besteht der Hauptmasse nach aus ziemlich unverletzten Oberhaut- und Bastzellen. Die Fasern des gebleichten aus Esporto bereiteten Papierzeugs färben sich begreiflicher Weise durch Jod und Schwefelsäure blau, und werden durch schwefelsaures Anilin nicht gelb gefärbt. Auch in der Asche der Esportopapiermasse findet man wohlerhaltene Kieselskelette der Oberhautzellen.

31. Pandanusfaser.

Die Blätter der in vielen Tropengegenden cultivirten *Pandanus*-Arten enthalten Gefässbündel, welche sich leicht abscheiden lassen und fest genug sind, um zu groben Sacktuch versponnen werden zu können. Am häufigsten scheinen die Blätter von *Pandanus odoratissimus L.* und *utilis Bory.* zur Fasergewinnung benutzt zu werden. In den französischen Colonien bezeichnet man die Pandanusfaser mit dem Namen Vacoua[1], in Brasilien als Carapichofaser[2]. Doch scheinen in dem letztgenannten Lande unter demselben Namen noch die Fasern anderer Pflanzen, selbst einige Bastfasern dicotyler Gewächse bezeichnet zu werden.

Ich gebe hier eine kurze Beschreibung der Faser von *Pandanus odoratissimus* aus Réunion.

Die Faser ist graugelblich gefärbt, glanzlos, 40—70 Centim. lang, höchst ungleich in der Dicke. Die feinsten Fasern sind haarförmig, die gröbsten haben eine Dicke bis zu einem Millim. Die Festigkeit ist gegenüber den Monocotylen-Fasern (Manilahanf, Pite, neuseeländischer Fachs u. s. w.) nur eine geringe.

Durch Jod und Schwefelsäure wird die Faser licht bräunlich, durch schwefelsaures Anilin eigelb, durch Kupferoxydammoniak, ohne aufzuquellen, blau gefärbt. Unvollkommen gereinigte, reichlich mit Parenchymgewebe versehene Pandanusfasern werden durch Kalilauge gelblich, durch Kupferoxydammoniak grünlich blau gefärbt.

Sowohl Kalilauge als Chromsäure isoliren die Zellen der Fasern sehr gut und rasch. Vorwiegend besteht die Faser aus Bastzellen; ausserdem enthält sie Netzgefässe, und ein kleinzelliges mit schief prismatischen Krystallen von oxalsaurem Kalk erfülltes Parenchym.

Die Bastzellen haben eine Länge von 1—4.2 Millim. und sind ausserordentlich verschieden gestaltet, so dass sie in der Form etwa mit den Bastzellen von *Lasiosyphon speciosus Dcsn.* übereinstimmen. Die maximale Breite dieser Zellen beträgt etwa 0.020 Millim. Die Wände der Bastzellen sind höchst ungleichförmig verdickt, so dass diese Zellen stellenweise dünn-, stellenweise dickwandig erscheinen.

Lufttrocken führt die Faser 7.02, mit Wasserdampf gesättigt 18.35 Proc. Wasser und liefert 1.95 Proc. krystallreiche Asche.

32. Tillandsiafaser.

Unter allen faserigen Pflanzenstoffen, welche man mit dem Namen vegetabilisches Rosshaar (crin végétale) bezeichnet, verdient wohl keine

1) Cat. des col. fr. p. 80. Auf Réunion allein sollen nach dieser Quelle jährlich 3 Mill. Stück Säcke aus Vacouafaser erzeugt werden.

2) Offic. österr. Ausstellungsbericht Bd. V. p. 354.

so sehr diesen Namen als die Faser der *Tillandsia usneoides*, welche nicht nur im Aussehen, sondern auch in der Elasticität, Festigkeit und Dauerhaftigkeit dem Rosshaar in der That sehr nahe kommt.

Tillandsia usneoides L. ist eine auf Bäumen schmarozende Bromeliacee, welche in Südamerika, besonders in Guiana häufig wildwachsend vorkommt. Die ihrer Hautgewebe entkleideten Luftwurzeln dieser Pflanze sind es nun, welche das vegetabilische Rosshaar bilden. — Man kennt diese Faser in Europa schon seit dem vorigen Jahrhundert[1]. Durch die letzten Weltausstellungen ist sie bekannter geworden und kommt nun auch schon im europäischen Handel vor[2]. Man hat dieser Sorte von vegetabilischem Rosshaar auch die Namen Baumhaar und Caragate[3] gegeben.

Obschon für das freie Auge dem Rosshaar sehr nahe kommend, kann man die Tillandsiafaser doch schon ohne Loupe hiervon unterscheiden. Die genannte Faser zeigt nämlich bei genauer Betrachtung in Abständen von einigen Centimetern Absätze, von welchen Seitenfasern (Seitenwurzeln) ausgehen; auch ist sie nie vollständig gereinigt und lässt mithin hier und dort graue sackförmige Ueberzüge, nämlich zusammenhängende Stücke der Hautgewebe der Luftwurzeln erkennen.

Die Gewinnungsweise der Faser ist gewiss eine sehr einfache, da sich die zarten Hautgewebe der Luftwurzeln leicht von den Gefässbündeln, und nur diese bilden das sogenannte »Haar«, trennen lassen, und soll, wie ich mündlichen Angaben, die ich bei der Pariser Ausstellung i. J. 1867 erhielt, entnehme, in einem Röstprocess bestehen, welcher die genannten anhaftenden Gewebe fast völlig zerstört, so dass schon ein einfaches Durchziehen zwischen den Fingern genügt, um die Faser genügend rein zu erhalten.

Die Tillandsiafaser hat eine Länge bis zu 22 Centim. Die Dicke ist im Verlaufe des Haares eine sehr gleichmässige und nur an den Stellen, von denen Seitenwurzeln ausgehen, ist die Faser knotig verdickt. Die maximale Dicke beträgt 0.12—0.15 Millim. Aber selbst an den Enden ist das Haar nicht viel dünner. Die Tillandsiafaser ist braun bis schwarz und nur an den Stellen, wo die Hautgewebe der Wurzel noch anhaften, graulich weiss gefärbt.

Lufttrocken enthält diese Faser 9.00 Proc. Wasser. In mit Wasserdampf völlig gesättigtem Raume erhebt sich der Wassergehalt bis auf 20.5 Proc. Die Aschenmenge beträgt, auf die völlig getrocknete Substanz bezogen, 3.21 Proc. Die Asche ist krystallfrei.

---

1) Vgl. Böhmer l. c. I. p. 551.

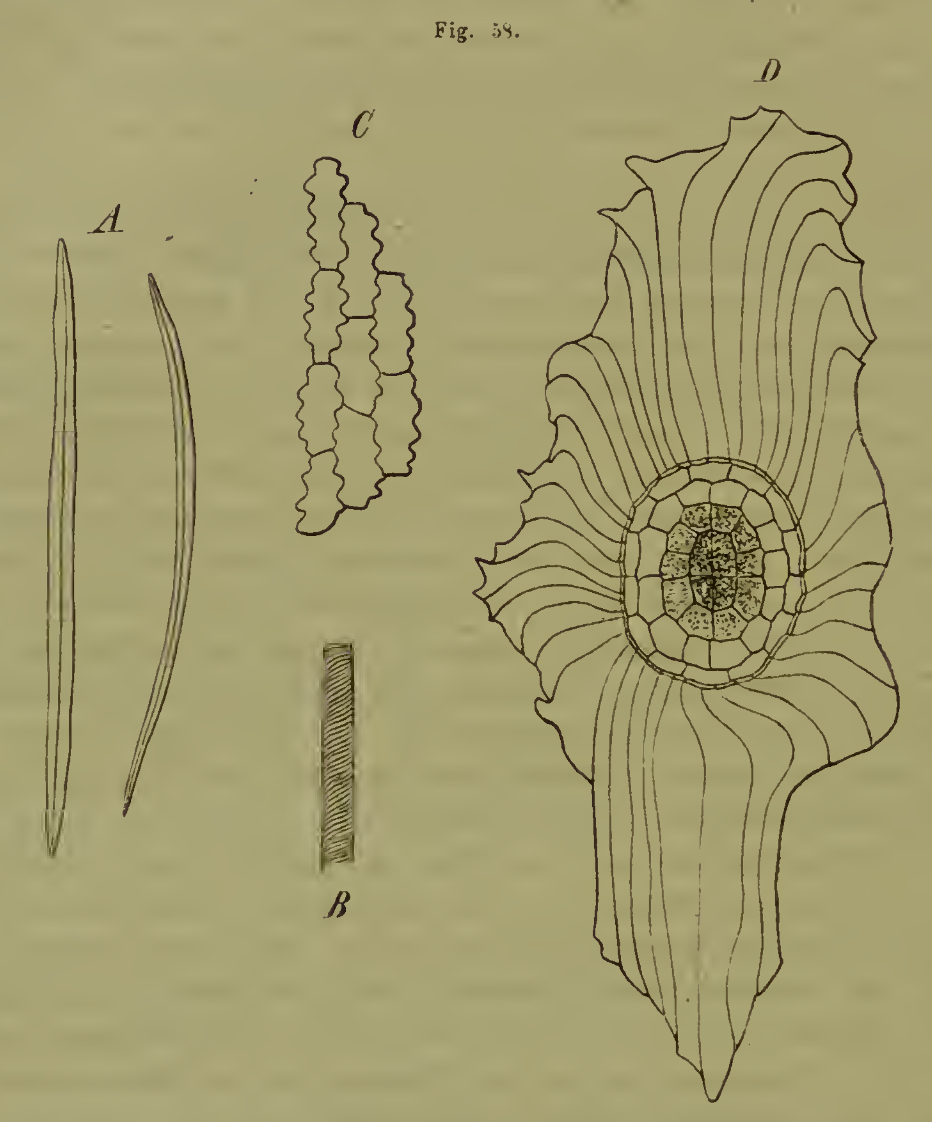
2) Offic. österr. Bericht über die Pariser Ausstellung (1867) Bd. V. p. 355.

3) Cat. des col. fr. p. 79.

Jod und Schwefelsäure, ferner schwefelsaures Anilin, lassen sich auf diese Faser ebensowenig als Reagentien anwenden, als bei der Cocosfaser, und zwar aus denselben Gründen. Kupferoxydammoniak übt keinerlei Wirkung auf diese Faser aus.

Sehr bemerkenswerth ist das mikroskopische Verhalten dieser Faser. Sie wird, wie schon oben angedeutet wurde, vom Gefässbündel der Luftwurzeln des genannten Gewächses gebildet. Aber

Fig. 58.



Vergr. 300. A Bastzellen, B Bruchstück eines Spiralgefässes aus dem Gefässbündel der Tillandsiafaser. C Oberhautzellen. D Schuppe vom Hautgewebe der rohen Faser.

nicht nur an schlecht gereinigten, auch an den besten Proben, die ich zur Hand bekam, fand ich noch grössere oder kleinere Mengen von den äusseren Geweben der Wurzeln der Faser anhaften, und zwar ein höchst merkwürdiges Hautgewebe. Das Gefässbündel lässt sich durch Kalilauge sehr leicht in seine Elementarbestandtheile zerlegen. Es besteht vorwiegend aus überaus kurzen walzenförmigen, conisch

zugespitzten, sehr dickwandigen Bastzellen, aus Porenleitzellen und Spiralgefässen. Die Bastzellen haben blos eine Länge von 0.24—0.54 Millim., eine maximale Dicke von 0.006—0.015 Millim. Die mit mehrfachen Reihen von Poren besetzten Porenleitzellen stimmen in der Länge mit den Bastzellen überein, übertreffen sie aber in der Breite manchmal um das Doppelte. Die Spiralgefässe sind schmal und zart. Ihre Weite beträgt etwa 0.012 Millim.

Das Hautgewebe besteht aus einer Schicht von Oberhautzellen, welche wellenförmig contourirt sind (Fig. 58*C*) und an der sich eigenthümlich gestaltete schuppenförmige Anhänge befinden (Fig. 58*D*). Unter der Oberhaut liegt eine Schicht dicht anhaftender parenchymatischer Zellen.

Die Tillandsiafaser ist entschieden die beste Sorte von vegetabilischem Rosshaar (crin végétale), und kann so wie dieses als Polstermaterial angewendet werden.

33. Piassave.

Diese Faser ist erst in neuerer Zeit in Europa bekannt geworden. Im Lande der Gewinnung, in Brasilien, steht sie aber schon seit langer Zeit zur Verfertigung von Matten, Seilen, Tauen u. dgl. in Verwendung. Die ersten verlässlichen Angaben über diese merkwürdige Faser finden sich bei Martius[1]), der auch die Stammpflanze, die Palme *Attalea funifera Mart.*, zuerst genau beschrieb. Nach Martius besteht die Piassave aus den zähen Fasern der Blattscheiden, welche nach Zerstörung der übrigen Gewebstheile dieser Gebilde durch die Atmosphäre an den Stämmen der genannten Palme frei herabhängen.

Man findet häufig die Angabe, dass *Leopoldina Piassave Wallace* die Stammpflanze dieser Faser sei; Hooker[2]) hat jedoch gezeigt, dass diese Palme mit *Attalea funifera Mart.* völlig identisch ist.

Die Piassave, auch Monkey grass oder Para grass genannt[3]), besteht aus sehr gleichartig aussehenden, tief braunen, glanzlosen, fischbeinartig elastischen Fasern, welche eine Länge bis zu einem Meter, manchmal auch darüber erreichen, einen Durchmesser von 0.8—2.5 Millim. haben, und fast immer abgeplattet sind.

Lufttrocken führt diese Faser 9.26, mit Wasserdampf gesättigt 16.98 Proc. Wasser. Getrocknet giebt sie 0.506 Proc. einer an Krystallen überaus reichen Asche.

Jod und Schwefelsäure, ferner schwefelsaures Anilin lassen sich als Reagentien auf diese Faser nicht anwenden, da letztere eine zu

---

1) Reise in Brasilien. Bd. II. p. 629 ff.

2) Hooker, Journ. of Botany. I. p. 121.

3) Squier l. c. p. 49.

dunkle Farbe hat. Kupferoxydammonik greift die unveränderte Piassave gar nicht an.

Die äusseren Partien der Piassavefaser sind dichter als die inneren gebaut. In den äusseren Theilen finden sich vorwiegend dünnwandige Bastzellen, deren Länge 0.3—0.9 Millim. beträgt, mit bräunlichem Inhalte, hier und dort durch Bastparenchymzellen (gefächerte Bastzellen) substituirt. Zwischen diesen spitz endenden, meist porösen, manchmal spiralig verdickten Prosenchymzellen liegen grössere längliche etwa 0.06 Millim. lange, 0.024 Millim. breite Parenchymzellen mit dicken, porösen Wänden. In den äussersten Partien der Faser finden sich kreisförmig begrenzte, etwa 0.021 Millim. im Durchmesser haltende Zellen vor, von welchen jede einzelne ein etwa 0.01 Millim. dickes sternförmiges Kystallaggregat führt. In Massen lassen sich diese Krystallaggregate in der Asche nachweisen. Hier erscheinen sie von verkieselten Zellmembranen umhüllt. Da selbe durch Schwefelsäure nicht in Gyps umgewandelt werden, so können sie nicht aus dem im Pflanzenreiche so ausserordentlich häufig auftretenden oxalsaurem Kalk bestehen, können überhaupt keine Kalksalze sein. Es scheint, dass diese Krystallaggregate sich aus irgend einem kieselsauren Salze zusammensetzen. Die innere Partie der Piassavefaser ist minder dicht gebaut, da sich hier zu den genannten Parenchym- und Prosenchymzellen auch noch Gefässe gesellen. Die Wände derselben sind getüpfelt oder spiralig verdickt, braun von Farbe. Im Mittel beträgt die Breite der Gefässe 0.054 Millim.

Die Piassave wird zur Verfertigung von Besen zur Reinigung der Asphaltpflasterungen (z. B. in Paris und London), zu Bürsten verschiedener Art (Wien), zu Tauen und Matten benutzt. In der brasilianischen Marine benutzt man diese Faser zur Verfertigung von Schiffstauen, welche sich nicht nur durch Festigkeit und Dauerhaftigkeit, sondern auch durch Leichtigkeit auszeichnen, indem sie auf dem Wasser schwimmen [1].

Papierfasern.

Dass aus allen Pflanzenfasern Papier bereitet werden kann, ist nicht nur von vornherein klar; eine grosse Zahl von Versuchen, welche mit den verschiedenartigsten Fasern angestellt wurden, hat dies auch bewiesen. Da die zur Papierbereitung zu verwendenden Fasern keine besondere Festigkeit zu haben brauchen, und auch kurze, nur wenige

1) Offic. österr. Ausstellungsber. Bd.V. p. 325.

Millimeter lange Fasern ganz gute Papiere liefern, so ist die Verwendbarkeit der faserigen Pflanzenstoffe zur Fabrication von Papier eine noch ausgedehntere, als deren Benutzbarkeit zum Spinnen und Weben.

Schon in der Mitte des vorigen Jahrhunderts wurden von J. C. Schäffer sehr ausgedehnte Versuche mit zahlreichen verschiedenartigen Pflanzenstoffen angestellt und die Resultate in ein Werk zusammengefasst, welchem Muster der erzeugten Papiere beigelegt wurden [1]. Vergleicht man die damals in Vorschlag gebrachten Pflanzenstoffe mit den heute zur Papierbereitung wirklich benutzten, so ergiebt sich, dass im Grunde Schäffer's Versuche doch nur einen sehr geringen practischen Erfolg hatten. Denn nicht jeder Pflanzenstoff aus dem sich Papier bereiten lässt, eignet sich auch schon zur fabrikmässigen Darstellung desselben. Das Material, aus welchem Papier bereitet werden soll, muss nicht nur sehr niedrig im Preise und in grossen Massen zu Gebote stehen, es muss auch eine Reihe von Eigenschaften besitzen, namentlich ohne energische Bleichmittel, welche die Faser stets stark mechanisch angreifen, völlig weiss zu werden, weich, feinfaserig zu sein u. s. w., Eigenschaften, welche eben nicht jedem faserigen Pflanzenstoffe eigen sind.

Die faserigen Pflanzenstoffe, welche sich bis jetzt zur Fabrication von Papier am tauglichsten erwiesen haben, sind: Baumwolle, Leinenfaser, Hanffaser, Jute, Stroh, Esportogras, Holz; in Indien, China und Japan: Reisstroh, junge Bambusrohrtriebe, der Bast des Papiermaulbeerbaums (*Broussonetia papyrifera*), Jute, Sunn und der Bast von *Daphne cannabina* (Nepal paper plant) [2].

Baumwollen-, Leinen-, Hanf- und Jutefasern werden gewöhnlich zuerst im Gewebe ausgenutzt und erst dann auf Papier verarbeitet. In neuerer Zeit werden aber ausserdem auch Abfälle der genannten Faserstoffe, ja selbst die frischen Fasern (besonders von Hanf und Jute) zur Herstellung von festen, dauerhaften Papieren verwendet. So sind z. B. die preussischen Cassenanweisungen aus Hanffasern dargestellt, ferner Latunc's Copierpapier u. s. w.

Ausser den hier aufgeführten Pflanzenstoffen werden jedoch noch andere, selbst in europäischen Fabriken, zur Papierbereitung benutzt, finden jedoch nur eine beschränkte Verwendung, wie z. B. gewöhnlicher Maulbeerbast in einer italienischen, Fasern aus Hopfenstengeln in einer englischen Fabrik u. s. w.

Ueber andere, hier und dort zur Papierbereitung dienliche, in

---

1) J. C. Schäffer, Neue Versuche und Muster das Pflanzenreich zum Papiermachen und anderen Sachen wirthschaftsnützlich zu verwerthen. Regensburg 1766. 2 Bde.

2) Royle l. c. p. 392 ff.

Europa und anderen Ländern in Verwendung stehende Pflanzenstoffe haben Royle[1]) und ich[2]) berichtet.

Es sollen im Nachfolgenden blos die zur Papierbereitung verwendeten rohen Pflanzenfasern abgehandelt werden. Die mikroskopische Untersuchung des Papiers hier auseinander zu setzen ist aus dem Grunde nicht thunlich, weil dann auch auf die Zerstörungserscheinungen der Pflanzenfasern, auf die Erkennung der sogenannten Füllstoffe, und der Leimung, auf die Nachweisung der Farbstoffe der Papiere Rücksicht genommen werden müsste, durchwegs Gegenstände, die in diesem Buche Niemand suchen wird[3]).

Da einige der genannten Papierfasern schon oben abgehandelt wurden, und es mir leider nicht möglich war die Faser von *Daphne cannabina* zu erlangen, so werden im Nachfolgenden blos folgende Fasern zu besprechen sein: die Strohfaser, die Faser des Bambusrohrs, die zur Papiererzeugung dienliche Holzfaser und die Bastfaser des Papiermaulbeerbaums. Ueber die den Strohfasern beigezählte Esportofaser, welche bereits oben besprochen wurde, werden nur einige ergänzende Mittheilungen hier folgen.

34. Strohfaser.

Die ältesten aus Stroh verfertigten Papiere dürften wohl die chinesischen Buntpapiere sein, welche, wie lange bekannt ist, und sich mikroskopisch erweisen lässt, aus Reisstroh angefertigt werden. Schäffer hat schon im vorigen Jahrhundert Papier aus verschiedenen Stroharten, u. A. aus Maisstroh dargestellt. Gegenwärtig werden sehr zahlreiche Papiere theils aus Stroh allein, theils aus einem Gemenge von Hadern und Stroh bereitet. Zahlreiche Fabriken in England, Frankreich, Belgien und Deutschland verfertigen Strohpapier, und zwar vorzugsweise aus Roggenstroh. Doch wird auch, wenn auch mit geringerem Vortheil, Weizen-, Hafer- und Gerstenstroh zu Papier verarbeitet. Aus den Kolbenblättern (Lischen) des Mais wurden längere Zeit in der Nähe von Wien (Schlögelmühle) ausgezeichnete Schreib-, Zeichen- und Pausepapiere bereitet, die noch nicht ganz aus dem Handel verschwunden sind. Die Fabrication dieser Maispapiere wurde dort wieder aufgegeben, angeblich, weil der Rohstoff nicht in jenen Massen zu beschaffen war, als es eine rationelle Verarbeitung desselben forderte. Nach mündlichen Mittheilungen, welche mir der Erfinder der

---

1) l. c. Cap. Materials for paper-making p. 382 ff.

2) Mikroskopische Untersuchung der Papierfasern. Oesterr. bot. Zeitung 1864 Nr. 3.

3) Ueber mikr. Untersuchungen des Papiers s. die zuletzt genannte Abhandlung; ferner Technische Mikroskopie p. 218—233.

Maisfischenpapiere vor einigen Jahren machte, wird in mehreren amerikanischen Papiermühlen der genannte Rohstoff verarbeitet.

Aus den verschiedenen Stroharten verfertigt man theils ganz ordinäre, ungebleichte Papiere von ziemlich sprödem Character, theils Druck- und Schreibpapiere von grosser Festigkeit und genügender Weisse.

Die aus R o g g e n-, G e r s t e-, W e i z e n- und H a f e r s t r o h angefertigten Papiere bestehen wohl der Hauptmasse nach aus bastartigen Zellen; aber neben diesen kommen doch stets erhebliche Quantitäten von sehr wohlerhaltenen Oberhautzellen und Bruchstücken von Ring- und Spiralgefässen aus dem Stammgefässbündel der genannten Getreidearten herrührend, vor. Aus den Gefässen herausgefallene Ringe und Spiralfragmente sind in den Strohpapieren keine Seltenheit.

Die Bastzellen der genannten Stroharten bieten wenig characteristisches dar; in den Querschnittsdimensionen stimmen sie untereinander und mit der Bastzelle des Flachses, von welcher sie sich jedoch durch eine geringere Wandverdickung unterscheiden, sehr nahe überein. Auf eine genaue Unterscheidung der Strohbastzelle von der Flachsbastzelle soll hier nicht näher eingegangen werden; ich muss mich hier mit der kurzen Angabe begnügen, dass Kupferoxydammoniak die ungebleichte Strohbastfaser smaragdgrün färbt, ohne sie zu lösen, während die Flachsbastzelle auch im ungebleichten Zustande durch dieses Reagens gebläut und darauf rasch gelöst wird, und dass die Erscheinungen mechanischer Zerstörungen, wie solche an der Papierfaser stets vorkommen, bei der Strohfaser gänzlich verschieden von jenen der Flachsbastzelle sind.

Die Bastzellen der vier aufgezählten Stroharten stimmen untereinander so nahe überein, dass sich auf deren morphologische Charactere, w e n i g s t e n s k e i n e s i c h e r e Unterscheidung basiren lässt. Nur wäre vielleicht hervorzuheben, dass die Bastzellen des Haferstrohs manchmal verzweigte Enden aufweisen, was ich an den Bastzellen der übrigen Stroharten nicht beobachtet habe. Auch die Gefässe und deren Verdickungen stimmen bei den vier genannten Getreidearten so sehr überein, dass auch deren morphologisches Verhalten keine Anhaltspuncte zur Unterscheidung darbieten.

Hingegen zeigen die selbst im Papier noch in ganz unverletztem Zustande vorhandenen Oberhautzellen der vier genannten Stroharten, wie ich schon früher nachgewiesen habe [1]), so sichere Unterscheidungsmerkmale, dass die Grössen und Formen dieser Zellen zur Erkennung der zur Papierbereitung verwendeten Strohsorten völlig ausreichen.

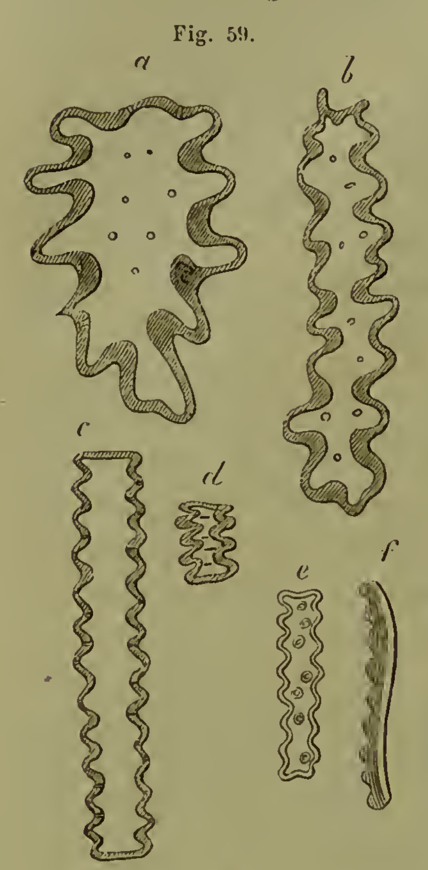
Die Oberhautzellen des Roggen-, Weizen- und Haferstrohes zeigen

---

1) Technische Mikroskopie p. 224 ff.

einen ziemlich regelmässig rechteckigen Hauptumriss. Die Epidermiszellen des Roggenstrohes haben stark wellenförmig gekrümmte Grenzlinien, während denen des Weizenstrohes geradlinige, hingegen denen des Hafers nur ganz seicht ausgebogene Grenzlinien zukommen. Die Oberhautzellen des Gerstenstrohes sind rhomboïdisch oder tropezoïdal contourirt. Alle Oberhautzellen der genannten Stroharten sind mit Porenkanälen versehen. In den Oberhautgeweben aller Getreidearten kann man neben den gewöhnlichen langen Oberhautzellen, deren Masse unten folgen, noch auffallend kleine Zellen (Zwerg- oder Kieselzellen), welche, wie ich früher schon zeigte, relativ stark verkieselt sind, auffinden.

Fig. 59.



Vergr. 250. Oberhautzellen: *a b* vom Kolbenblatte des Mais, *c* vom Roggenstroh, *d* vom Esportograse, *e* u. *f* vom Reisstroh[1]).

Länge der Oberhautzellen.

Stroh der Gerste	0.103—0.224	Millim.
» des Roggens	0.086—0.345	»
» » Weizens	0.152—0.449	»
» » Hafers	0.186—0.448	»

Breite der Oberhautzellen.

Stroh der Gerste	0.012—0.014	Millim.
» des Roggens	0.012—0.016	»
» » Weizens	0.018—0.024	»
» » Hafers	0.012—0.017	»

Die älteren aus Maisfasern bereiteten Papiere wurden aus dem gesammten Maisstroh verfertigt. Die neuen ausgezeichneten Maispapiere werden hingegen blos aus den Kolbenblättern (Lischen) der genannten Pflanze dargestellt. Die aus diesem Rohmaterial hervorgegangenen Papierhalbzeuge und die fertigen Papiere enthalten die Gefässbündel der Kolbenblätter in Form feiner Fasern, ferner die untere Oberhaut der Blätter in ziemlicher Menge. Dieser Theil der Blattoberhaut haftet nämlich dem Gefässbündel so innig an, dass er sich davon nicht trennen lässt. Die übrigen histologischen Bestandtheile der Maislischen (Zellen der oberen Oberhaut, Haare, Parenchymzellen) finden sich im Papier und Papierhalbzeuge nur spurenweise vor.

Die Oberhautzellen liegen in der Papiermasse theils vereinzelt, theils in Gruppen, welche eine Grösse bis zu einem Quadratmillimeter haben. Die genannten Oberhautzellen sind durch ihre Grösse und ihre characteristischen Verdickungen sehr leicht von den Oberhaut-

1) Die Schraffirung drückt kein Structurverhältniss aus, sondern dient blos zum deutlicheren Hervortreten der Zellmembranen.

zellen der anderen Getreidearten zu unterscheiden. Ihre Länge beträgt 0.108—0.252, ihre Breite 0.036—0.090 Millim. Die Bastzellen sind sehr gut erhalten und bilden wohl die Hauptmasse des Papierstoffes. Diese Zellen sind durch ihre grosse Dicke von den Bastzellen aller übrigen Stroharten und durch ihre characteristische Structur von anderen ähnlichen Pflanzenfasern zu unterscheiden. Die Enden der Bastzellen sind häufig geweiheartig gestaltet. Die Dicke dieser Zellen steigt bis 0.0828 Millim. Die Dicke der Zellwand ist in der Regel eine für Bastzellen sehr geringe, da das Lumen gewöhnlich $^2/_3$—$^4/_5$ des gesammten Zellendurchmessers misst. Die Wände dieser Zellen sind in einfachen oder doppelten Reihen von spaltenförmigen, spiralig verlaufenden Poren durchzogen. An den im Papierstoff vorkommenden Bastzellen haften häufig noch Reste der Oberhaut, in welchen man fast immer gewöhnliche und Kieselzellen antrifft. Behandelt man derartige Fasern mit Chromsäure, so lösen sich die gewöhnlichen Oberhautzellen früher von den Bastzellen ab als die Kieselzellen. Ausserdem enthalten die Maispapiere noch Bruchstücke von Poren-, Ring- und Spiralgefässen und ähnlich verdickten Leitzellen [1].

Die aus Reisstroh verfertigten Papiere und Papierzeuge bestehen, wie die aus anderen Stroharten bereiteten, der Hauptmasse nach aus Bastzellen. Ausserdem finden sich aber auch hier nicht unbeträchtliche Mengen sehr wohl erhaltener Oberhautzellen und gut ausgeprägte Bruchstücke von Gefässen vor. Auch bei den Reispapieren sind es wieder die Oberhautzellen, welche die sichersten Erkennungsmerkmale für das Rohmaterial der Papiermasse abgeben. Uebrigens lassen die im Reispapierzeug häufigen zarten Netzgefässe und die schmalen, meist nur 0.0072 Millim. im Querschnitt haltenden Bastzellen nicht leicht eine Verwechslung mit dem Papierzeuge einer anderen Strohart zu. Die Oberhautzellen sind klein, mit warzenförmigen Erhabenheiten versehen, viele von ihnen seitlich plattgedrückt. Die letzteren erscheinen im Mikroskop im Profil (s. Fig. 59) auf einer Seite geradlinig oder nur wenig ausgebogen, auf der anderen wellenförmig contourirt. Die flache Seite entspricht dem unteren, die wellenförmige Seite dem oberen Theile der Oberhautzelle [2].

Die aus Esportostroh dargestellten Papierstoffe bestehen aus sehr wohl erhaltenen Bast- und Oberhautzellen, welche beide sich durch

---

1) Weitere Daten über die mikroskopischen Kennzeichen der Maisfaserproducte s. Wiesner, Mikroskopische Untersuchung der Maisliesche und der Maisfaserproducte in Dingler's polytechn. Journal Bd. 175 p. 226 ff.

2) Ueber die aus Reisstroh verfertigten chinesischen Papiere s. Techn. Mikroskopie p. 235.

eine ganz aussergewöhnliche Kürze auszeichnen. Das Vorhandensein von Oberhautzellen leitet schon darauf, dass man es mit einer Art Strohpapier zu thun haben müsse. Form und Kleinheit der Oberhautzellen (Vgl. Fig. 59) lassen sofort schliessen, dass solche Fabrikate aus Esportostroh bereitet wurden. Die kurzen, überaus stark verdickten Bastzellen können zur Controle der Bestimmung dienen (vgl. oben bei Esportofasern).

35. Bambusrohrfaser.

Es ist nunmehr hinlänglich bekannt, dass junge Triebe vom Bambusrohr *(Bambusa arundinacea Willd.)* in China seit langer Zeit zur Herstellung von feinen Papieren benutzt werden, welche unter dem Namen chinesisches Seidenpapier auch bei uns zum Abdrucke feiner Lithographien, Holzschnitte u. s. w. Anwendung finden. Papierstoffe aus Bambusrohr enthalten höchst verschiedenartige Bastzellen, die sich jedoch stets auf folgende drei Typen zurückführen lassen, nämlich: 1. kurze, im Mittel blos 0.72 Millim. lange, schmale, in der Verdickung der Wand mit Flachsbastzellen übereinstimmende, 2. lange, weite, nur schwach verdickte Zellen mit einem mittleren Querschnitt von 0.017 Millim., 3. ebenfalls lange aber platte Zellen mit theils weitem, theils schmalem Querschnitt, deren breite Theile manchmal wie die Baumwollenfasern um sich gewunden sind. Die aus Bambusrohr erzeugte Papiermasse führt ausserdem noch Fragmente zarter Poren- und Netzgefässe, und überaus grosse, aus oft 0.44 Millim. weiten Ringgefässen herausgefallene Ringe.

36. Holzfaser.

Seit etwa zehn Jahren wird die Holzpapierfabrication im Grossen betrieben, und gegenwärtig schon ist Holz für die meisten Länder Europas eines der wichtigsten Rohmaterialien zur Papiererzeugung. Es eignen sich nicht alle Holzarten in gleicher Weise für diesen Zweck. Weiche, faserige Hölzer von lichter Farbe sind hierfür die tauglichsten. Am häufigsten werden jetzt Tannen-, Fichten-, Zitterpappelholz, erwiesenermassen aber auch Föhren-, Ahorn- und Lindenholz verarbeitet. Gegenwärtig verwendet man zur Erzeugung von Papier ein Gemenge von Holzstoff und Hadernpapierzeug, zur Bereitung von Pappe aber blos Holzstoff.

Die aus Holz verfertigte Papiermasse, Holzstoff genannt, und ebenso die hieraus angefertigten Papiere lassen die Structurverhältnisse der Holzarten, aus welchen sie bereitet wurden, sehr leicht erkennen. Da nämlich im Grossbetriebe das Holz nur durch eine rohe, mechanische Zerkleinerung, durch das sogenannte Schleifen, in Papierstoff

umgewandelt wird, so setzt sich derselbe fast ganz aus kleinen, mehr oder minder stark zerfaserten Holzschüppchen zusammen, welche fast immer aus ganzen Zellgruppen bestehen, in denen man nicht nur Holzzellen, sondern auch Markstrahlen, bei Papierzeug aus Laubhölzern auch Gefässe erkennt, und so stets mit Leichtigkeit feststellen kann, ob man es mit einer aus Holz dargestellten Papiermasse zu thun habe; ja man ist auch im Stande genau die Art des Holzes, das zur Erzeugung des Holzstoffes diente, zu ermitteln. — In jüngster Zeit ist von A. Ungerer ein Verfahren zur Darstellung von Holzstoff ausfindig gemacht worden, welches darin besteht, das Holz auf chemische Weise, nämlich durch Auflösung der Intercellularsubstanz in seine Elementarbestandtheile zu zerlegen [1]. Die auf diese Weise dargestellte Papiermasse besteht aus zarten Fasern (vorwiegend Holzzellen), an welchen der Nachweis ihrer Abstammung schon weit schwieriger ist, als an der durch Schleifen erzeugten Papiermasse.

Man hat sich viele Mühe gegeben, um chemische Mittel zur Erkennung des Holzstoffes ausfindig zu machen, und glaubte in dem schwefelsauren Anilin den Körper gefunden zu haben, der im Papierzeuge und im Papier mit Sicherheit die Holzfaser anzeigt. Ich habe jedoch gezeigt, dass dieser chemische Nachweis aus zweierlei Gründen keinen Werth besitzen könne, erstens, weil gut gebleichter Holzstoff fast nur aus reiner Cellulose besteht, indem ja die Holzsubstanz durch den Bleichprocess zerstört wird, und zweitens, weil auch zahlreiche andere Pflanzenstoffe, die zur Papierbereitung dienen, z. B. Hanf, Jute u. s. w. mehr oder minder reich an Holzsubstanz sind, mithin gleich dem Holze durch schwefelsaures Anilin gelb gefärbt werden. Das schwefelsaure Anilin ist demnach zur Nachweisung des Holzes im Papiere nicht geignet, und giebt es gegenwärtig kein anderes Mittel zu dessen sicheren Erkennung, als die durch das Mikroskop zu ermittelnden morphologischen Charactere der histologischen Elementarbestandtheile des Holzes [2].

Es ist mit keinerlei Schwierigkeiten verbunden zu entscheiden, ob eine Papiermasse, oder ein hieraus verfertigtes Papier aus einem Nadel- oder Laubholze bereitet wurde. Die Nadelhölzer bestehen blos aus Holzzellen und Markstrahlen, die Laubhölzer enthalten ausserdem noch Gefässe, welche sich nicht nur durch ihre Weite, sondern auch stets durch das characteristische Gepräge ihrer Wände von den Holzzellen unterscheiden lassen. Es sind zudem die Holzzellen der Nadelhölzer durch ihre grossen, fast die ganze radiale Wand einnehmenden

---

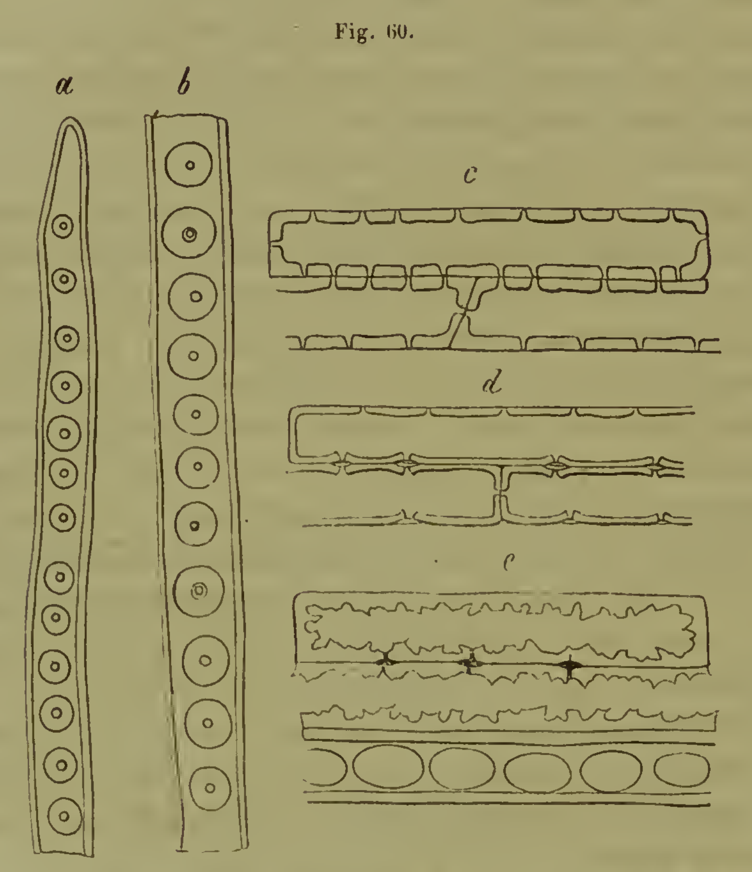
1) Dingler's polytechn. Journ. Bd. 201 p. 156.

2) Techn. Mikroskopie p. 218 ff.

Tüpfel so auffallend gestaltet, dass man schon hieran mit aller Leichtigkeit ein aus einem Nadelholze bereiteten Holzstoff als solchen wird erkennen können.

Das Fichtenholz ist als solches und im Papierzeuge vom Tannen- und vom Föhrenholze blos durch die Ausbildung der Markstrahlen zu unterscheiden. Der Bau der Holzzellen der drei genannten Holzarten ist ein so übereinstimmender, dass sich hierauf keine sichere Unterscheidung gründen lässt. Die Markstrahlenzellen des Tannenholzes sind stärker verdickt als die des Fichtenholzes. Die Zellwanddicke der ersteren beträgt im Mittel circa 0.0036, die des letzteren

Fig. 60.



Vergr. 300. Bestandtheile von aus Nadelholz bereiteten Papieren. *a b* Bruchstücke von Holzzellen; *c—e* Bruchstücke von Markstrahlen; *c* von der Tanne, *d* von der Fichte, *e* von der Föhre.

0.0027 Millim. In der radialen Ansicht der Markstrahlen des Tannenholzes sieht man blos die dem Auge zugewendete und die ihr parallel gestellte Wand getüpfelt, alle übrigen Wände sind porös verdickt. Betrachtet man hingegen die Markstrahlenzellen des Fichtenholzes, so sieht man sowohl in den oberen als unteren und seitlichen Wänden Tüpfel auftreten, die allerdings hier und dort durch Poren ersetzt sind. Die Porenkanäle dieser Markstrahlenzellen sind hier nie so tief wie bei den Markstrahlenzellen des Tannenholzes. Auch sind die kurzen Seitenwände der Markstrahlenzellen des Tannenholzes häufig schief, die correspon-

direnden Wände der Markstrahlenzellen des Fichtenholzes hingegen fast immer senkrecht gestellt. Die Markstrahlen der Tannen führen fast immer Luft, die der Fichte häufig Harz in Form einer gelbbraunen, körnigen Masse, die sich auf Zusatz von Chromsäure entfärbt und sich ähnlich so wie das Protoplasma der Pflanzenzellen von der Zellwand ablöst und im Innern der Zelle contrahirt.

Das Holz der Kiefer (*Pinus silvestris, laricio etc.*) lässt stets zweierlei Markstrahlenzellen von ganz specifischem Baue erkennen. Die äusseren Zellen jedes Markstrahles sind seitlich mit zahlreichen Tüpfeln versehen. Der innere Contour der Zellwand jeder dieser Zellen ist höchst unregelmässig zackenförmig gestaltet; die inneren Markstrahlenzellen sind hingegen an den radialen Wänden mit je einer Reihe grosser, einfach contourirter Tüpfeln versehen.

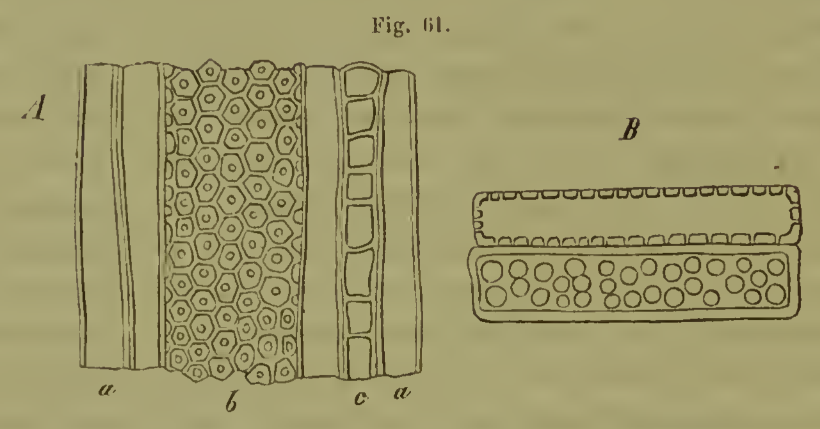
Der aus dem Holze des Ahorns (*Acer platanoides*) dargestellte Holzstoff ist nicht besonders reich an Gefässen. Ausser diesen führt er noch Holzzellen, welche die Hauptmasse des Papierzeugs ausmachen, ferner Markstrahl- und Holzparenchymzellen. Die Gefässe haben eine mittlere Weite von 0.071 Millim. Ihre Wände sind höchst ungleichmässig verdickt, entweder getüpfelt, oder spiralig verdickt; auch gleichzeitig getüpfelte und spiralige oder poröse und spiralig verdickte Gefässwände kommen häufig vor. Die Tüpfel sind fast immer polygonal im Umrisse, was besonders nach kurzer Einwirkung von Chromsäure deutlich hervortritt. Der Durchmesser eines Tüpfels beträgt im Mittel 0.0072 Millim. — Die Holzzellen des Ahornholzes sind zweierlei Art, schwach- und starkverdickte. Erstere stammen aus den Frühlings-, letztere aus den Herbstholzlagen des Ahornholzes. Der Querdurchmesser der Frühlingsholzzellen misst im Mittel 0.022, das Lumen der Zellen 0.014 Millim. Die Dicke der Herbstholzzellen beträgt hingegen im Mittel 0.018, das Lumen 0.011 Millim. Die Sommerholzzellen halten in den Dimensionen die Mitte zwischen den Frühlings- und Herbstholzzellen. — Die Markstrahlenzellen haben nur mässig verdickte Zellwände; sie sind reich an braunen harzigen Körnern (Harzmehl), arm an Stärkemehl. Sie messen in radialer Richtung im Mittel 0.144, in tangentialer Richtung 0.009 Millim.; ihre Höhe beträgt etwa 0.019 Millim. — Die Holzparenchymzellen stimmen in Bezug auf Wandverdickung und Inhalt mit den Markstrahlenzellen überein, unterscheiden sich aber von diesen durch die Abmessungen. Sie messen nämlich in radialer Richtung 0.018, in tangentialer 0.022, in der Richtung der Holzzellen (Höhe) 0.180 Millim.

Der aus Lindenholz bereitete Holzstoff zeichnet sich durch Reichthum an Gefässen aus. Es ist an und für sich das Holz der Lindenarten schon sehr reich an Gefässen. Im Papierzeuge aus Lin-

denholz tritt aber aus dem Grunde der Reichthum an diesen histologischen Bestandtheilen so scharf hervor, weil die meisten Zellen, besonders die Holzzellen und Holzparenchymzellen, durch starke mechanische Zerstörung nicht mehr als solche hervortreten, hingegen die Gefässwandverdickungen völlig wohl erhalten sind. Auch die Markstrahlenzellen sind ziemlich gut erhalten. Bei der Characterisirung des aus Lindenholz verfertigten Papierzeuges hat man mithin vorzugsweise auf die Gefässe und Markstrahlen Rücksicht zu nehmen.

Die Gefässe sind, wie sich übrigens schon von vornherein begreift, der Quere nach stark zerklüftet, hingegen sonst noch ziemlich wohl erhalten, so dass man sehr häufig Bruchstücke von Gefässen findet, deren natürliche Breite sich noch genau erkennen lässt. Die Gefässbreite variirt in dieser Holzart wenig. Sie schwankt gewöhnlich zwischen 0.045—0.063, steigt jedoch manchmal bis 0.90 Millim. Die Markstrahlen sind klein, schmal, dünnwandig und mit einer bräunlichen Substanz erfüllt. In radialer Richtung messen sie gewöhnlich 0.042—0.054 Millim.; ihre Höhe beträgt gewöhnlich 0.012—0.020 Millim. Nur die unverletzten Holzzellen, deren Zahl im aus Lindenholz verfertigten Papierzeuge nur eine geringe ist, können zu Messungen zugelassen werden. Ihre Breite beträgt meist nahezu 0.028 Millim. Die Gefässe der Linde zeigen einen sehr übereinstimmenden Bau. Ihre Wände sind getüpfelt und zudem noch mit einem spiraligen Bande an der Innenseite belegt.

Fig. 61.



Vergr. 300. *A a* Fragmente von Holzzellen, *b* Bruchstück eines Tüpfelgefässes, c Holzparenchymzellen. *B* Markstrahlenzellen aus dem Holze der Zitterpappel.

Auch das aus dem Holze der Zitterpappel (*Populus tremula*) bereitete Papierzeug lässt, unter dem Mikroskop betrachtet, gleich auf den ersten Blick die Gefässe hervortreten. Denn auch dieses Holz ist reich an Gefässen, und auch der Zitterpappelholzstoff enthält Gefässbruchstücke, deren Wandverdickungen völlig wohl erhalten sind. Viele Gefässe lassen noch eine Breitenmessung zu. Die Gefässe dieses Holzes sind

in der Breite sehr verschieden; letztere schwankt hier zwischen 0.024—0.035 Millim. Die Gefässwände sind mit verhältnissmässig grossen Tüpfeln bedeckt. Der Durchmesser der meist polygonal begrenzten Tüpfel beträgt etwa 0.008 Millim. Die Zellen der Markstrahlen sind in radialer Richtung stark entwickelt; sie erreichen in Folge dessen im Holze eine Länge bis 0.24 Millim. Im Papierstoff sind sie meist nur als Bruchstücke vorhanden. Die Höhe der Markstrahlenzellen beträgt im Mittel 0.0135 Millim. Viele dieser Zellen sind mit Tüpfeln versehen, welche häufig noch breiter als die Gefässwandtüpfel sind. Die Holzzellen des Papierzeuges sind trotz ihrer verhältnissmässig schwachen Verdickung meist noch gut erhalten. Ihr maximaler Durchmesser beträgt 0.012—0.016 Millim.

Die vorstehenden Mittheilungen lehren, dass die gegenwärtig im Grossen zur Papiererzeugung dienenden, durch Schleifen dargestellten Holzstoffsorten leicht von einander zu unterscheiden sind.

Wie schon oben erwähnt wurde, versucht man in neuerer Zeit die Fabrication des Papiers aus Holz in der Weise zu vervollkommnen, dass man das Rohmaterial nicht mechanisch zerkleinert, sondern durch Behandlung mit chemischen Agentien in seine Elementarbestandtheile zerlegt. Man erhält dadurch einen ausgezeichneten faserigen Holzstoff, der jedenfalls bessere, festere, weissere und feinere Papiere liefert als das »geschliffene Holz« und der auch die Eigenschaft besitzt, ohne Hadernzusatz Papier zu liefern. — Ein auf diese Weise dargestellter »Holzstoff« ist makroskopisch als solcher nicht erkennbar; und auch die mikroskopische Erkennung gelingt hier nicht so leicht, wie bei dem durch Schleifen erhaltenen Papierzeuge. Die histologischen Elemente des Holzes sind in dem auf chemischem Wege dargestellten Holzstoff beinahe völlig isolirt. Hin und wieder haften 2—3 Holzzellen noch ganz oder stellenweise aneinander. Die Fasern zeigen eine Länge von 2—6 Millim., welche der Länge der Holzzellen entspricht. Merkwürdig ist es, dass das Markstrahlengewebe fast gar nicht mehr im Papierzeuge anzutreffen ist. Es wurde im Gange der Fabrication fast völlig entfernt, und dies spricht gewiss nur für die Güte eines derartigen Holzstoffes, denn die Entfernung des Markstrahlengewebes bringt es mit sich, dass dieser Körper durch und durch faserig ist. Die mikroskopische Untersuchung lehrt, dass die in diesem Papierzeuge vorkommenden Holzzellen der Länge nach wohl gut erhalten, aber fast immer etwas zerquetscht und seitlich zusammengedrückt sind, wodurch der natürliche morphologische Character der Fasern stark alterirt wird. Die Holzzellen erscheinen in Folge dessen manchmal korkzieherartig gedreht, wie Baumwollenfasern, manchmal erscheinen sie in Folge von Quetschungen breiter, oder in Folge von seitlicher Zusammenlegung

schmäler als die unveränderte Holzzelle. Die aus Laubholz auf chemischem Wege erzeugten Papierzeuge sind schon an den Gefässen, die stets sehr wohlerhaltene Wände haben, erkennbar; aber auch der aus Fichtenholz dargestellte Holzstoff lässt sich mikroskopisch als solcher erkennen. Trotz der mechanischen Verletzungen, welche die Holzzellen erfahren haben, findet man an ihnen doch noch immer einzelne Stellen, an welchen die Tüpfel noch mehr oder minder deutlich ausgeprägt sind. Der Porus des Tüpfels ist stets gut erkennbar; aber der Contour des Tüpfelhofes ist oft verwischt, und ist entweder gar nicht oder erst bei starker Abblendung zu sehen. Nimmt man sich die Mühe, die zu prüfenden Fasern ihrer ganzen Länge nach mikroskopisch durchzuprüfen, so kann man wohl an jeder einzelnen Faser constatiren, dass sie von einem Nadelholze herrührt. An jenen Stellen der Holzzellen des Papierzeuges, an welchen die Tüpfel unverletzt sind, lässt sich auch die natürliche Breite der Holzzelle ermitteln [1]).

37. Bastfaser des Papiermaulbeerbaums.

Der Bast des Papiermaulbeerbaums (*Broussonetia papyrifera Vent.*) zeichnet sich nicht nur durch ein dichtes Gefüge aus und lässt sich nicht nur in grossen weissen, biegsamen Stücken vom Stamme ablösen, so dass er als Bekleidungsstoff in einigen Tropenländern Verwendung findet [2]); er lässt sich auch leicht in lange, feine und feste Fasern zerlegen, welche in Japan eine ausgedehnte Anwendung zur Papierbereitung finden. Die japanesischen Papiere zeichnen sich vor allen anderen Papieren durch ihr dichtes und dennoch faseriges Gefüge, ferner durch eine gewebeartige Biegsamkeit aus, weshalb sie auch im Erzeugungslande u. A. als Taschentücher benutzt werden. Diese vorzüglichen Eigenschaften verdankt das japanesische Papier den ausserordentlich langen, biegsamen Fasern, welche es zusammensetzen. Während in unseren Papieren die Faser nur eine Länge von mehreren Millimetern hat, erreicht die Faser des japanesischen Papiers eine Länge von 1—2 Centimetern und manchmal sogar darüber.

Der Bast der *Broussonetia papyrifera* hat eine Dicke bis zu 2 Mm. Die Markstrahlen sind erst mikroskopisch wahrnehmbar, und dies giebt diesem Baste für das freie Auge sein dichtes und homogenes Gefüge. Der Bast ist überaus reich an Bastzellen, er führt aber ausserdem ein kleinzelliges Markstrahlengewebe und ein ebenfalls aus kleinen Zellen bestehendes, in tangentialen Reihen angeordnetes parenchymatisches

---

1) Wiesner in Dingler's polytechn. Journal Bd. 201 Heft 2 p. 156.

2) Cat. des col. fr p. 81.

Gewebe. Die beiden letzteren Gewebsarten sind am trockenen Baste nur schwer kenntlich.

Die Bastzellen erreichen eine Länge von 0.7—2.1 Centim. Ihre maximale Dicke steigt bis auf 0.036 Millim. Sie sind fast durchgängig sehr stark verdickt, etwa so wie Leinenbastzellen, erscheinen auf dem Querschnitt deutlich und reichlich geschichtet, und sind fast stets abgeplattet, manchmal sehr stark, so dass die Dicke der Zelle sich zur Breite wie 1 : 3 verhält. Namentlich die Enden der Zellen sind häufig stark zusammengedrückt. Die Enden der Zellen habe ich stets nur abgerundet gesehen. Die oft starke Abplattung der Zellen bringt es mit sich, dass viele Zellen etwas gedreht, manchmal sogar wie Baumwollenfasern korkzieherartig gewunden sind, und da sie dann im starken Wechsel die Schmal- und Breitseiten dem Beobachter zuwenden, scheinen sie eine höchst ungleichmässige Dicke zu besitzen, was jedoch eine genauere Untersuchung widerlegt. Die Bastzellen werden durch schwefelsaures Anilin gar nicht, durch Jod und Schwefelsäure intensiv blau gefärbt und durch Kupferoxydammoniak sofort in Lösung gebracht.

Das Markstrahlengewebe ist reich an Krystallen von oxalsaurem Kalk, welcher in etwa 0.021—0.030 Millim. langen, dicken, schief prismatischen Krystallformen auftritt. Da die japanesischen Papiere nicht blos aus Bastzellen bestehen, sondern noch Spuren von Parenchym enthalten, so wird es erklärlich, dass man in ihrer Asche manchmal metamorphosirte Krystallformen findet.

Im Anhange sollen hier noch der Papyrus der Alten und das gegenwärtig in China noch im grossen Massstabe zur Papierbereitung dienende Aralia-Mark besprochen werden.

Die Papyrusrollen der Alten wurden bekanntlich aus den Stengeln der Papyrusstaude *(Cyperus papyrus L.)* bereitet. Schon ein oberflächlicher Vergleich der Papyrusrollen mit dem Rohstoffe lehrt, dass nicht etwa die Oberhaut und die daran haftenden Gewebe, welche mit ersterer allerdings eine dichte Haut bilden, sondern das von Gefässbündeln reichlich durchsetzte Markgewebe zur Darstellung des Papiers dienen. Das die dicken, abgerundet dreiseitigen Schäfte der Papyruspflanze bis in's Innere erfüllende Mark hat eine schneeweisse Farbe, und ist nahezu so gut schneidbar wie Hollundermark. Dieses Mark ist von zahlreichen, der Axe parallelen Gefässbündeln und weiten Intercellularräumen durchsetzt, welche besonders deutlich auf dem Querschnitt hervortreten. Die Intercellularräume sind der

Länge nach gestreckt. Die Parenchymzellen sind gross, dünnwandig; fast jede Zelle führt einen oder mehrere Krystalle, welche wahrscheinlich aus weinsteinsaurem Kali bestehen.

Die Papyrusrollen sind in der Weise angefertigt worden, dass man das Mark in dünne Blätter zerschnitt und mehrere derselben — so viel ich an ägyptischen Papyrusrollen gesehen habe, drei — mittelst einer in Wasser löslichen Substanz aneinander klebte. Die Papyrusrollen zeigen stets zwei aufeinander senkrecht stehende Streifensysteme, welche von den das Mark durchsetzenden Gefässbündeln herrühren. Da nun die Gefässbündel, wie schon gesagt wurde, im parenchymatischen Grundgewebe nur in einer der Axe parallelen Richtung auftreten, so folgt, dass man bei Verfertigung der Papyrusrollen die einzelnen Markblätter, um 90° verwendet, aufeinander klebte. Die Markblätter haben eine Dicke von etwa 0.08 Millim.

Die alten Papyrusrollen sind nicht weiss, wie das frische Mark, sondern isabellgelb gefärbt. Die Farbe rührt von einer partiellen Umsetzung der Cellulosewände in Huminkörpern her. Die Parenchymzellen haben stark gelitten; sie sind theils abgewittert, theils stark zerknittert, und nur hier und dort, besonders in den mittleren Blättern der Papiere sind deren Structurverhältnisse besser erhalten, so dass man noch einzelne wohlerhaltene Zellen mit ihren krystallisirten Einschlüssen darin auffinden kann. Die Bestandtheile des Gefässbündels, weite, prismatische netz- oder treppenförmig verdickte Gefässe und Bastzellen, sind in allen Lagen der Papyrusrollen noch gut erhalten.

Die in China aus dem Marke von *Aralia papyrifera Hook.* (= *Fatsia papyrifera Miq.*) dargestellten Papiere werden nicht nur dort, sondern auch häufig in Europa verwendet. In China benutzt man dieses Papier um darauf mit Wasserfarben zu malen, bei uns dient es unter dem sehr unrichtigen Namen Reispapier (papier de riz) zur Erzeugung künstlicher Blumen und zum Enveloppiren verschiedener Gegenstände.

Das chinesische Markpapier hat eine schneeweisse Farbe und ein zartes gewebeartiges Gefüge, welches bei Betrachtung im durchfallenden Lichte deutlich hervortritt. Es kann in Bezug auf seine Eigenschaften am besten mit fein durchschnittenem Hollundermark verglichen werden. Im Grunde ist es auch nur dünngeschnittenes Markgewebe, allerdings von ausserordentlicher Grösse, indem diese Papiere eine Grösse von 11 Quadratdecim. erreichen.

Alle chinesischen Markpapiere sind stets nur aus einem Stück Mark geschnitten, niemals aus mehreren Stücken zusammengesetzt. Die Dicke der Stücke misst 0.25—0.30 Millim.

Alle grossen Stücke zeigen ein homogenes Gefüge: kleinere, nur

ein bis zwei Quadratdecimeter messende Stücke erscheinen aus ein bis zwei Centimeter breiten Streifen zusammengesetzt. Die grossen Stücke sind entschieden in tangentialer, die kleinen Stücke in radialer Richtung vom Marke abgeschnitten worden. Da nun das Markgewebe der *Aralien* in radialer Richtung nicht homogen gebaut, vielmehr in einer der Jahrringbildung des Holzes vergleichbaren Weise zusammengesetzt ist, so wird es erklärlich, warum die aus radial durchschnittenem Mark bestehenden Stücke ein streifiges Aussehen besitzen.

Mit der Loupe erkennt man sofort den zelligen Bau dieser Markpapiere. Im Mikroskop erscheinen die Zellen (polyedrische Parenchymzellen) mit grosser Schärfe, wenn man früher durch Akohol die Luft verdrängt hat. Alle Zellen erscheinen nunmehr etwas in die Länge gestreckt, ein Zeichen, dass diese Sorte chinesischer Papiere stets der Länge nach durchschnittene Markplatten repräsentiren. Die Zellen zeigen einen sechsseitigen Umriss. Ihre Länge beträgt 0.135—0.180, meist 0.15, ihre Breite 0.054—0.092, meist etwa 0.060 Mm. Die Zellwand hat eine Dicke von etwa 0.0015 Millim. An den Zonengrenzen der aus radial durchschnittenem Marke bestehenden Papiere sind die Zellen stark tangential abgeplattet, und nicht stärker als an anderen Stellen verdickt. In den Zellwänden, besonders deutlich an den Zellen der Zonengrenzen, erscheinen spärlich kleine, etwa 0.003 Millim. breite Poren. Manche Zellen enthalten Krystallaggregate von oxalsaurem Kalk.

Ueber die Stammpflanze des sog. Reispapiers war man lange im Ungewissen. Erst durch Hooker wurden wir mit ihr bekannt. Miquel[1]) hat auf einige andere indische Araliaceen hingewiesen, nämlich auf *Trevisia sundaica Miq.* und *T. moluccana Miq.*, deren Mark ähnlich wie das der *Aralia papyrifera* benutzt werden könnte[2]).

---

1) Miquel, Flora von Nederl. Indië I. p. 749.

2) Erst während des Druckes dieses Abschnittes kam mir die Schrift: Mikr. Unters. der Gespinnstfasern von R. Schlesinger (Zürich, Orell, Füssli et Co.) zu. Ich konnte deshalb (z. B. bei Yuccafaser) auf diese Abhandlung nicht mehr Rücksicht nehmen. Indess wäre die literarische Ausbeute nur gering ausgefallen, da sich der Autor in dem den Pflanzenfasern gewidmeten Abschnitte fast gänzlich auf meine Arbeiten stützt.

Zwölfter Abschnitt.

Rinden.

Echte Stammrinden — und nur von denen ist hier die Rede, da Wurzelrinden bis jetzt keine technische Verwendung finden — kommen nur den durch ihren oberirdischen Stamm ausdauernden Dicotylen und Gymnospermen, also den belaubten Holzgewächsen und Nadelbäumen zu. Wenn die Stämme dieser Gewächse älter als ein Jahr geworden sind, so wird ihre Oberhaut abgeworfen und es tritt ein verkorkendes Parenchymgewebe (Periderm, Kork) an deren Stelle. Im Frühlinge, wenn die zellbildende Thätigkeit des Cambiums beginnt, lässt sich diese Korkschicht sammt dem unterliegenden grünen Parenchym (Rindenparenchym) und dem Basttheil des Gefässbündels leicht vom Holzkörper des Stammes, und zwar in dem stets aus zarten Zellen bestehenden Cambiumgewebe ablösen. Die Summe dieser, theils aus Grundgewebe, theils aus dem Basttheil (Phloëm) der Gefässbündel bestehenden Gewebe bilden die Rinde. — Eine Rinde in dem eben angegebenen Sinne kommt bei monocotylen Gewächsen nicht vor. Wohl aber bilden sich an den oberflächlichen Stammschichten monocotyler Baumgewächse (z. B. bei Palmen) rindenartige Bildungen, die man im gewöhnlichen Leben ebenfalls als Rinde anspricht. Hierher gehört z. B. die zum Gerben verwendete Rinde der Cocospalme.

I. Aeussere Kennzeichen der Rinden.

Schon bei makroskopischer Betrachtung bieten die Rinden verschiedener Holzgewächse manche Eigenthümlichkeit dar, welche sich in deren Characteristik verwerthen lässt. Die natürliche Oberfläche junger Rinden ist häufig glatt. Aeltere Rinden sind der Länge oder

Quere nach fast immer gerunzelt und nur selten glatt, z. B. die Spiegelrinde der Eichen, aus deren äusserer Fläche sich aber stets kleine Korkrunzeln erheben. Die innere Fläche junger Rinden ist glatt oder durch etwas hervortretende Bastbündel der Länge nach gestreift. — Kreideweiss ist die äussere, zur Darstellung des Birkenöls dienende Birkenrinde; silberweiss und glänzend die äussere Fläche mancher Sorten von Spiegelrinde; licht zimmtbraun der echte Zimmt, dunkelbraun die Zimmtcassie; weisslich gelb die Quillajarinde; korkfarbig der Kork und die Quercitronrinde. Manche Sorten von Chinarinden haben eine lebhaft gelbe, orangerothe, rothe Farbe u. s. w.

Viele Rinden zeigen einen characteristischen Geruch und Geschmack. Einige sind durch hohes specifisches Gewicht (Quillajarinde, einige Chinarinden), andere (Kork) durch sehr geringe Dichte ausgezeichnet.

Mit Ausnahme der Rinden dicker Stämme, welche, vom Holze losgelöst, selbst nach völliger Eintrocknung, flach bleiben, oder sich nur wenig krümmen (Quillajarinde, Altholzrinde der Eichen, manche Chinarinden), rollen sich alle Rinden beim Trocknen ein, meist nach Innen, seltener nach Aussen (Birkenrinde). Sie bilden dann entweder Rinnen (Halbröhren), einfache oder Doppelröhren; je nachdem die spiralige Einrollung, nach der Mitte der Oberfläche hin, blos von einer Seite oder von beiden Rändern her erfolgt. Manche Rinden, z. B. der echte Zimmt bildet Doppelröhren, die durch Zusammenrollen mehrerer Rindenstücken zu Stande kamen.

Die Rinde erscheint im Handel entweder anatomisch unverletzt, oder sie bildet nur Fragmente des natürlichen Rindenkörpers. Es besteht beispielsweise der Kork blos aus jenem Theile der natürlichen Rinde von *Quercus suber*, den wir als Aussenrinde, der echte Zimmt blos aus jenem Theile, den wir als Innenrinde kennen lernen werden. Der färbende Bestandtheil der Quercitronrinde hat seinen Sitz in jenem Antheil der Rinde, der unten genauer als Mittelrinde definirt ist. Wenn nun auch diese für die Färberei so wichtige Rinde stets auch noch Innenrinde enthält, so besteht sie doch stets aus wechselnden Mengen von Mittel- und Innenrinde; der Werth ist jedoch stets von der Menge der ersteren abhängig. — Viele Rinden des Handels bilden lange breite, entweder aus dem ganzen Rindenkörper, oder aus Aussen-, Mittel- oder Innenrinde zusammengesetzte Platten, Rinnen oder Röhren. Manche erscheinen aber in verschieden zerkleinertem Zustande; entweder in kleine unregelmässige oder quadratische Stücke getheilt (Spiegelrinde z. Th.), in Form dünner, kleiner Spähne (es ist dies nicht selten bei der käuflichen Quillajarinde der Fall) oder

als mehr oder minder feines Mehl (Eichen-Altholzrinde, Quercitronrinde, Quillajarinde u. s. w.).

Der Querbruch der Rinden ist je nach der Art oder Sorte derselben glatt, faserig oder blätterig.

Querdurchschnitten und mit der Loupe betrachtet, treten bereits an einigen Rinden manche morphologische Eigenthümlichkeiten klar hervor. Sehr regelmässig ist z. B. die Quillajarinde gefeldert, da sowohl die Jahreslagen des Bastes als die Bastmarkstrahlen sich scharf vom benachbarten Gewebe abheben. An den besten Spiegelrinden treten die sklerenchymatischen Gewebsgruppen als helle Inseln aus dem umliegenden Gewebe hervor. An den Jahreslagen des Korkes kann man stets erkennen in welcher Richtung, ob parallel zur Oberfläche oder senkrecht darauf derselbe, z. B. behufs Erzeugung von Pfropfen, geschnitten wurde, u. s. w.

Manche Rinden zeigen auffällige chemische Reactionen. So wird z. B. die Quercitronrinde schon durch eine Spur eines Alkali gelb gefärbt. Eichenrinde nimmt mit alkalischen Flüssigkeiten ein rothe Farbe an. Von den Gerberrinden werden einige, z. B. die Eichenrinde durch Eisenchlorid blau, andere, z. B. Weiden-, Fichten-, Birkenrinde grün gefärbt. Einige technisch verwendete Rinden geben stark fluorescirende, wässerige Lösungen, wie z. B. die echten, besonders die chininreichen Chinarinden, die zum Gerben benutzte Rosskastanienrinde u. v. a.

II. Innerer Bau der Rinden.

So werthvoll einzelne der genannten Charactere für die Artbestimmung der im Handel vorkommenden Rinden auch sind, so reichen sie hierfür doch nicht aus. Eine sichere Unterscheidung lässt sich nur auf mikroskopischem Wege, und zwar auf Grund histologischer Merkmale geben. Wenn man diesen, für die Characterisirung der organischen Rohstoffe so erfolgreichen Weg auf dem Gebiete der Rinden noch so weit verfolgt, so erstaunt man über die Sicherheit mit welcher er zum Ziele führt, vorausgesetzt, dass man sich hierbei von wissenschaftlichen Gesichtspuncten leiten lässt. Unter den für das freie Auge so gleichartig aussehenden Rinden birgt sich eine Mannigfaltigkeit der Formen, und dennoch wieder eine Constanz der histologischen Elemente bestimmter Rinden, dass man alsbald zur Ueberzeugung gelangen muss, dass sich die Rinden verschiedener Bäume ebenso genau makroskopisch von einander unterscheiden lassen, wie man schon durch makroskopische Betrachtung die Bäume selbst aus einander halten kann.

Das Studium des anatomischen Baues der lebenden Rinden verursacht lange nicht die Schwierigkeiten, als das der todten, trockenen. Die Rinden des Handels sind nicht nur trocken, hart und spröde; es sind die feineren histologischen Elemente derselben so zusammengefallen, dass man oft selbst an guten dünnen Schnitten die wahren Structurverhältnisse nicht aufzufinden vermag. Es wird deshalb nothwendig, die Schnitte für die mikroskopische Präparation besonders vorzubereiten. — Manche Rinden, z. B. Kork, lassen sich allerdings schon ohne jede weitere Vorbereitung nach den für die Untersuchung erforderlichen Richtungen schneiden. Die meisten müssen vorher durch Aufweichen in Wasser schnittgerecht gemacht werden. Die Schnitte mancher Rinden können dann meist sofort mikroskopisch untersucht werden. Bei vielen Rinden ist es jedoch nothwendig, die Schnitte durch Einlegen in Weingeist, dann in Terpentinöl und schliesslich in Canadabalsam aufzuhellen. In manchen Fällen kommt man aber selbst auf diese ziemlich umständliche Weise nicht zum Ziele. Durch Einwirkung von verdünnter Kalilauge auf die Schnitte werden sie stets genügend klar. Es darf aber hierbei nicht übersehen werden, dass dieses Reagens die Zellen nicht unverändert lässt, namentlich die Dicke der Wände oft bedeutend zum Aufquellen bringt und auch häufig Farbenänderungen in den histologischen Antheilen hervorruft. — Für die Untersuchung der Rinden ist es unerlässlich, sie durch geeignete Mittel in ihre Elementarbestandtheile zu zerlegen. Es lässt sich beispielsweise nur auf diese Art die Länge der Bastzellen der Rinden ermitteln. In Betreff der Isolirungsmethoden gilt für die Rinden genau dasselbe, was oben bei den Fasern hierüber mitgetheilt wurde. Kalilauge oder verdünnte, mit Schwefelsäure versetzte Chromsäure führen hier stets zum Ziele. Gewöhnlich reicht man mit ersterem Reagens aus.

An jeder unverletzten Rinde kann man drei Theile unterscheiden: die Aussen-, Mittel- und Innenrinde.

Die Aussenrinde ist fast immer nur ein Korkgewebe (Periderm). Nur selten kommt es vor, dass echte, von zwei- bis dreijährigen Stämmen herrührende Rinden noch die ursprüngliche Oberhaut führen, wie dies z. B. machmal bei Eichen der Fall ist. Das Periderm besteht aus tangential abgeplatteten, meist in radialen Reihen angeordneten bräunlichen, verkorkten Zellen. Wenn die Korkdecke der Rinde mächtiger wird, wie z. B. bei der Korkeiche, so bildet sie deutliche Jahresschichten, deren innerste Zelllagen gewöhnlich aus verhältnissmässig dickwandigeren Zellen bestehen. Nach innen zu wird die Aussenrinde durch ein aus zarten Zellen bestehendes Gewebe (Korkcambium) abgegrenzt, aus welchen in den aufeinanderfolgen-

den Vegetationsperioden durch tangentiale Theilung neue Korkzellen entstehen.

Die Mittelrinde (Rindenparenchym) besteht entweder blos aus dünnwandigen, parenchymatischen Zellen (Rinden der Weidearten), oder sie bildet blos ein parenchymatisches Grundgewebe, in welches einzelne oder zu mehr oder minder grossen Gruppen vereinigte dickwandige, oft beinahe völlig verdickte sklerenchymatische Zellen (Steinzellen) eingebettet sind. Von den parenchymatösen Zellen des Korkcambiums und von den eigentlichen Korkzellen unterscheidet sich der parenchymatische Antheil der Mittelrinde sofort durch die Anordnung der Zellen. Die histologischen Elemente dieser Gewebsschicht bilden nämlich niemals radiale Reihen, es sind vielmehr deren Zellen neben- und zwischeneinander gereiht. Die äusseren Zellen der Mittelrinde sind meist in die Länge gestreckt und collenchymatisch verdickt. Zwischen den Parenchymzellen der Mittelrinde befinden sich bei manchen Rinden Intercellularräume, z. B. bei der Stammrinde der Fichte *(Abies excelsa Lam.)*, wo sie als deutliche Harzgänge ausgebildet sind. Die Zellen der Mittelrinde führen häufig Stärke, Chlorophyll, feste amorphe Gerbstoffmassen, formlose Farbstoffe, Krystalle von oxalsaurem Kalk. Schleim und ätherisches Oel finden sich in der Mittelrinde mancher Rinden in besonderen, durch Grösse von den Nachbarzellen ausgezeichneten Elementarorganen (Schleimzellen, Oelzellen) vor. In einigen Rinden kommen in dieser Schicht Milchsaftgefässe vor. Besonders schön sind sie in der Ladenbergia-Rinde (falsche Chinarinde) ausgeprägt.

Die äusserste, an die Mittelrinde sich anlehnende Schicht der Innenrinde, besteht bei vielen Rinden aus einem völlig oder zum grössten Theile geschlossenen Ring eines sehr dichten Gewebes, welches sich aus Sklerenchymzellen und Bastbündeln zusammensetzt. In den Rinden der Eichen und in den Zimmtrinden ist dieser sogenannte Steinzellenring sehr deutlich ausgesprochen. In der Rinde der Weiden fehlt er. In der Birkenrinde bildet der sklerenchymatische Antheil der Innenrinde die Hauptmasse dieser Partie der Rinde. Abgesehen von dem manchmal fehlenden Steinzellenring besteht die Innenrinde aus einem höchst verschiedenartigen, dem Basttheile des Gefässbündels entsprechenden Gewebe (Baststrahl), welches radial von den Markstrahlen des Bastes, der Fortsetzung der Markstrahlen des Holzes durchsetzt wird. Die Markstrahlen des Bastes stimmen in Bezug auf Verdickung und Inhalt meist mit den Parenchymzellen der Mittelrinde überein; nur sind sie vierseitig prismatisch geformt und in radialer Richtung gestreckt. Die Baststrahlen sind nach folgenden Typen gebaut. Der gewöhnlichste Fall ist der, dass die innere Partie der

Baststrahlen aus Bastfaserbündeln, die äussere aus dünnwandigen Elementen, die theils parenchymatisch sind (Bastparenchym), theils einen gefässartigen Character an sich tragen (Siebröhren), besteht. Selten, z. B. beim weissen Canel, fehlen die Bastfasern gänzlich, und es besteht der ganze Baststrahl blos aus wechselnden Schichten von Bastparenchym und Siebröhren. Bei manchen Chinarinden und einigen anderen Rinden des Handels finden sich in einer parenchymatischen Grundmasse in allen Regionen des Baststrahls einzelne oder in Gruppen beisammenstehende Bastfasern. Endlich hat man auch den Fall beobachtet, dass die Bastfasern blos an der Zusammensetzung der äusseren Partie der Innenrinde Antheil nehmen, und zwar an der medicinisch und manchmal auch in der Parfümerie angewendeten Rinde von *Croton Eluteria Benett* (*Cascarilla*-Rinde). — Nach A. Vogl kommen in allen Rinden Siebröhren vor. — Die Bastparenchymzellen enthalten häufig Krystalle von oxalsaurem Kalk. Aber auch die anderen Inhaltsstoffe der Zellen der Mittelrinde kommen nicht selten darin vor.

Borke. Bei allen Holzgewächsen bleibt an jungen Stämmen die Bildung der Korkzellen aus dem Korkcambium regelmässig auf die Peripherie beschränkt. Manche Holzgewächse, z. B. die Rothbuche, lassen auch im spätesten Alter ihrer Stämme keine andere Rindenbildung erkennen. An den Stämmen vieler Sträucher und Bäume wuchert jedoch in einem bestimmten Alter das Korkcambium ganz unregelmässig, es dringt, sich muldenförmig einsenkend, in tiefere Gewebslagen der Rinde ein und bedingt, dass die ausserhalb seiner Neubildungen gelegenen Gewebe durch Korkbildung und Humification absterben und zu Grunde gehen. Am ausgezeichnetsten sind diese Bildungen, welche als Borke angesprochen werden, an älteren Eichenrinden (Eichenaltholzrinde) zu beobachten. An der histologischen Zusammensetzung der Borke nehmen nicht nur Periderm, sondern auch abgestorbene Elemente der Mittel- und Innenrinde Antheil.

III. Zusammenstellung jener Gewächse, deren Rinden technisch verwendet werden.

1) Mimoseen.

Mimosa saponaria Roxb. (= *Inga saponaria Willd.* = *Albizzia saponaria Bl.*). Die Rinde wird seit Langem in Indien und auf den Molukken wie Seife verwendet. Loureiro, Flora cochin. p. 802. Miquel, Flora von Nederl. Indië I. p. 19.

M. Inga L. (= *Inga vera Willd.*). Rinde auf Guadeloupe zum Gerben und Färben. Cat. des col. fr. p. 102.

Inga adstringens Mart. Brasilien. Gerberrinde. Duchesne, Repert. des plantes utiles p. 273.

Acacia Skleroxylon Tussac. (= A. muricata L.). Zum Gelbfärben auf Guadeloupe. Cat. des col. fr. p. 102.

A. arabia L. und *A. ferruginea Rottl.* Indien. Gerberrinden. Duchesne l. c. p. 256. Cat. des col. fr. p. 102.

A. Catechu Willd. Indien. Gerberrinde. Offic. österr. Bericht etc. V. p. 345.

A. Lebbek Willd. Réunion. Gerberrinde. Cat. des col fr. p. 102.

A. horrida Willd. Cap. Gerberrinde. Offic. österr. Bericht etc. V. p. 245.

A. procera Willd. (= Albizzia procera Benth.). Indien. Liefert eine Seifenrinde. Miquel l. c. I. p. 21.

A. lasiophylla Willd. Queensland. *A. decurrens Willd.* Neusüdwales. *A. dealbata Link.* und *melanoxylon R. Br.* Tasmanien.	Gerberrinden. Offic. öster. Bericht etc. V. p. 345.

2) Papilionaceen.

Tamarindus indica L. Indien. Gerberrinde. Cat. des col. fr. p. 102.

Cassia fistulosa L. und *C. auriculata L.* Die Rinden beider werden in Indien zum Gerben und Färben benutzt. Cat. des col. fr. p. 102.

3) Spiræaceen.

Quillaja Saponaria Mol. (= Quillaja Smegmadermos DC.). S. Quillajarinde.

4) Terebinthaceen.

Rhus pentaphyllum Desf. Algier. Gerberrinde. Duchesne l. c. p. 293.

5) Anacardiaceen.

Mangifera indica L. Indien. Gerberrinde. Offic. österr. Bericht etc. V. p. 345.

6) Simarubeen.

Simaruba officinalis DC. Die Rinde wird in Britisch-Guiana zum Gerben verwendet. Offic. österr. Bericht etc. V. p. 345.

7) Rhamneen.

Rhamnus utilis Decsn. und *R. chlorophora Ldl.* Aus der Rinde wird in China eine grüne Farbe, Lo-kao oder chinesisches Grün genannt, bereitet, welche in neuerer Zeit auch in die europäischen Färbereien Eingang fand. Bolley, Technologie der Gespinnstfasern p. 75. Cloez et Guignet, Compt. rend. LXXIV. p. 994.

Ventilago sp. Indien. Wurzelrinde »Cheroogoodi« zum Gerben. Cat. des col. fr. p. 100.

Ziziphus jujuba Lam. Indien. Stammrinde zum Gerben und Färben. Cat. des col. fr. p. 100.

8) Euphorbiaceen.

Aleurites triloba Forst. (= Croton moluccanum L.). Indien, Réunion. Rinde zum Gerben und Färben auf Réunion. Cat. des col. fr. p. 100.

Baloghia sp. Neucaledonien. Rinde zum Gerben. Cat. des col. fr. p. 100.

9) Erythroxyleen.

Erythroxylon suberosum St. Hil., s. Kork. Auch wird die Rinde zum Färben verwendet. St. Hilaire, Plantes usuelles des Brasiliens 69. p. 2.

10) Acerineen.

Acer campestre L. S. Kork.

11) Hippocostaneen.

Aesculus hippocostanum L. In Italien wird die Rinde zum Gerben verwendet. Offic. österr. Bericht etc. V. p. 345.

12) Malpighieen.

Malpighia spicata L. (= Barisoma spicata DC.). Antillen und Guiana. Rinde zum Gerben. Duchesne l. c. p. 198. Offic. österr. Bericht etc. V. p. 345.

13) Granateen.

Punica granatum L. Mittelmeerländer, Orient. Die Rinde dient in Italien und in der Levante zum Gerben. Offic. österr. Bericht etc. V. p. 245. Nach anderen Angaben (Duchésne l. c. p. 242) soll die Fruchtrinde ein Gerbmaterial liefern.

14) Combretaceen.

Bucida Buceras L. Guiana, Antillen. Gerberrinde. Lindley, The veg. Kingdom. p. 718. Cat. des col. fr. p. 101.

Terminalia Catappa L. Réunion. Gerberrinde. Offic. österr. Bericht etc. p. 345.

T. mauritiana L. Réunion. Gerberrinde. Offic. österr. Bericht etc. V. p. 345.

Conocarpus racemosus L. Brasilien. Gerberrinde. Lindley l. c. p. 718.

15) Rhizophoreen.

Rhizophora mangle L. Die Heimat dieses in den Tropenländern häufig anzutreffenden Baumes ist Westindien und Südamerika. Die Rinde wird auf Martinique, in Cochinchina, Senegal, in neuerer Zeit auch in England zum Gerben und Färben benutzt. Bancroft, Untersuchungen über die Natur der beständigen Farben (Neues englisches Färbebuch). Deutsch von Buchner, Dingler und Kurrer. Nürnberg 1817—1818. II. p. 580 ff. Duchesne l. c. p. 156. Cat. des col. fr. p. 101.

R. gymnorrhiza L. (= Brugiera g. Lam.). China, Cochinchina. Zum Gerben und Färben. Loureiro, Flora Cochinch. I. p. 297. Bancroft l. c. II. p. 582. Soll auch in Neucaledonien zum Gerben und Färben benutzt werden. Cat. des col. fr. p. 101.

Brugiera sp. Die Rinde des Baumes wird in grosser Menge aus Bantam nach Java gebracht, wo sie zum Braun- und Schwarzfärben verwendet wird. Miquel l. c. I. p. 589.

16) Canellaceen.

Canella alba Murr. (= Wintera Canella L. fil.). S. Zimmtrinden.

Cinnamodendron corticosum Miers. S. Zimmtrinden.

17) Cinchonaceen.

Die wichtigsten Chinarindensorten liefern:

Cinchona boliviana Wedd. Bolivien.

C. Calisaya Wedd. Peru, Bolivien. Wird auf Java und in Vorderindien cultivirt.

C. Chahuarguera Pav. (= P. Condaminea β Chahuarguera DC.). Ecuador.

C. Condaminea Humb. et Bonp. Loxa.

C. cordifolia Mut. Santa Fé de Bogotá und nordwärts bis Caracas.

C. crispa Taf. Peru, Ecuador.

C. heterophylla Pav. Ecuador.

C. lancifolia Mut. Columbien. Cultivirt auf Java und in Indien.

C. lutea Pav. Ecuador, Peru.
C. makrocalyx Pav. Ecuador.
C. mikrantha Ruiz et Pav. Peru, besonders in der Gegend von Huanuco.
C. nitida Ruiz et Pav. Peru.
C. pitayensis Wedd. Columbien.
C. pubescens Vahl. (*C. officinalis L.* z. Th.). Peru, Bolivien.
C. scrobiculata Humb. et Bonp. Peru.
C. succirubra Pav. Vom westlichen Abfall des Chimborazo bis Nordperu. In Indien acclimatisirt.
C. umbellulifera Pav. Nordperu.
C. Uritusinga Pav. Ecuador, Peru, Bolivia.

Minder wichtige Sorten liefern:

C. australis Wedd. Bolivia.
C. coccinea Pav. Quito.
C. conglomerata Pav. Quito.
C. corymbosa Karst. Südcolumbien.
C. glandulifera Ruiz et Pav. Mittelperu.
C. lucumæfolia Pav. Im Süden von Ecuador.
C. ovata Ruiz et Pav. Südperu, Bolivia.
C. Palalba Pav. Loxa.
C. Palton Pav. Loxa.
C. peruviana How. Peru.
C. purpurea Ruiz et Pav. Huanuco.
C. tucuyensis Karst. Nordcolumbien.
Exostemma sp. S. Chinarinden.
Ladenbergia sp. S. Chinarinden.
Portlandia sp. S. Chinarinden.

48) Rubiaceen.

Macrocnemium tinctorium Kunth. Am Orinoco. Die Rinde dient zum Rothfärben. Duchesne l. c. p. 151.

Simiria tinctoria Aubl. (= *Psichotria parviflora Willd.*). Südamerika. Die Rinde wird in Cayenne zum Rothfärben benutzt.

49) Bignoniaceen.

Bignonia longissima Swartz (= *Catalpa longissima H. Kew.* = *Bignonia Quercus Lam.*). Antillen. Die Rinde der »Antilleneiche« bildet ein wichtiges Gerbmaterial. Duchesne l. c. p. 104. Cat. des col. fr. p. 99. Offic. österr. Bericht etc. V. p. 345.

20) Verbenaceen.

Tectona grandis L. Indien. Die Rinde der »indischen Eiche« dient zum Gerben. Cat. des col. fr. p. 99.

21) Ericeen.

Andromeda arborea L. Nordamerika. Die Rinde wird in Tenessee zum Gerben und Schwarzfärben benutzt. Duchesne l. c. p. 118.

22) Laurineen.

Cinnamomum zeylanicum Breyn. (= *Laurus Cinnamomum L.*). S. Zimmtrinden.

C. Cassia Bl. (= *C. aromaticum Nees*). S. Zimmtrinden.

C. Culilawan Nees. Die Rinde findet in Indien die Verwendung des Zimmts. Miquel l. c. I. p. 894.

C. xanthoneurum Bl. Desgleichen. Miquel l. c. I. p. 895.

Dicypellium caryophyllatum Nees. (= *Persea caryophyllacea Mart.* = *Licaria guianensis Aubl.*). S. Zimmtrinden.

Nectandra sp. Die Rinde, »yellow silverballi bark«, dient in Britisch-Guiana zum Gerben. Offic. österr. Bericht etc. V. p. 345.

23) Artocarpeen.

Artocarpus integrifolia L. fil. Die Rinde, »écorce du jacquier«, dient in Indien zum Gerben und Färben. Cat. des col. fr. p. 99.

24) Ulmaceen.

Ulmus suberosa Koch. S. Kork.

25) Celtideen.

Celtis madagascariensis (?) Die Rinde, »écorce d'Andrèse«, dient auf Réunion zum Gerben und Färben. Cat. des col. fr. p. 99.

C. obliqua Moench. Südamerika, Westindien. Rinde zum Gerben. Duchesne l. c. p. 323.

26) Salicineen.

Salix alba L.
S. arenaria L.
S. caprea L.
S. cinerea L.
S. fragilis L.
S. helix L.
S. pentandra L.
} S. Weidenrinde.

S. purpurea L. } S. Weidenrinde.
S. rubra Huds.
Populus nigra L. S. Kork.

27) Betulaceen.

Betula alba L. S. Birkenrinde.

B. lenta L. S. Birkenrinde.

Alnus glutinosa L. Die Erlenrinde ist nach älteren Analysen (Davy, Gassincourt) sehr reich an Gerbstoff, soll nämlich 16—17 Proc. hiervon enthalten. Das mit dieser Rinde gegerbte Leder ist roth, hart und spröde. In Ungarn, in der Militärgrenze und in Italien wird sie zum Gerben verwendet. Auch in Spanien soll sie hierzu benutzt werden. Neubrand, Die Gerbrinden. Frankfurt a. M. 1869. p. 220.

28) Cupuliferen.

Quercus aquatica Catesb. S. Quercitronrinde.

Q. castanea Willd. Soll in Nordamerika zum Gerben verwendet werden. Henkel, Naturproducte und Industrieerzeugnisse im Welthandel I. p. 348.

Q. Cerris L. S. Eichenrinde.

Q. cinerea Mich. S. Quercitronrinde.

Q. coccifera L. Die Rinde der Scharlacheiche wurde früher in Frankreich stark zum Gerben verwendet. Jetzt scheint dieses Gerbmaterial nur eine sehr beschränkte Anwendung zu finden. Böhmer l. c. II. p. 396.

Q. ilex L. Wärmeres Europa. Die Rinde dieses Baumes scheint früher häufiger als jetzt zum Gerben verwendet worden zu sein. Böhmer l. c. II. p. 396. Duchesne l. c. p. 326. Wessely, Offic. österr. Bericht etc. V. p. 448. Nach Kotschy (Die Eichen Europa's und des Orient's) soll diese Eiche unter Umständen Kork liefern.

Q. occidentalis Gay. (= *Q. suber L. latifolia Duham*). S. Kork.

Q. pedunculata Ehrh. S. Eichenrinden.

Q. pseudo-suber Santi. S. Kork.

Q. rubra L. S. Eichenrinden.

Q. sessiliflora Sm. S. Eichenrinden.

Q. suber L. S. Kork. In Sardinien dient die junge Rinde auch als Gerbmaterial. S. Henkel l. c. I. p. 348. Wessely l. c. p. 348.

Q. tinctoria Willd. (= *Q. nigra L.* = *Q. citrina Bancroft*). S. Quercitronrinde.

29) Casuarineen.

Casuarina equisetifolia L. fil. Indien, Réunion. Auf Réunion als »écorce de Filao« bekannt und zum Gerben und Färben benutzt. Cat. des col. fr. p. 99.

30) Coniferen.

Abies excelsa Lam. (= *Pinus abies L.* = *Pinus Picea Du Roi* = *Picea vulgaris Link.*). S. Fichtenrinde.

A. alba Mill. S. Fichtenrinde.

A. canadensis Mich. S. Fichtenrinde.

Larix europaea DC (= *Pinus larix L.* = *Abies larix Lam.*). S. bei Fichtenrinde.

Pinus halepensis Mill. Südeuropa. Die Rinde wird in Neapel und Sicilien als Gerbmaterial benutzt. Neubrand l. c. p. 218

31) Palmen.

Cocos nucifera L. Tropen. Die äusseren, rindenartigen Stammtheile dienen in Indien zum Gerben. Miquel l. c. III. p. 68.

IV. Specielle Betrachtung der technisch verwendeten Rinden.

1. Kork.

Es sind nur wenige Bäume bekannt, welche diese ausgezeichnete, kaum ersetzbare Substanz liefern. Die Hauptmasse des käuflichen Korks stammt von der Korkeiche, *Quercus suber L.* Geringer ist die Korkmenge, welche *Quercus occidentalis Gay* liefert. Diese beiden Bäume bringen eine Aussenrinde hervor, welche wohl mächtiger und schwammiger als die anderer Bäume ist, der aber noch nicht jene Elasticität und Undurchdringlichkeit für Flüssigkeiten, wie dem käuflichen Kork, zukommt. Erst durch Abtragung der natürlich gebildeten Rinde wird das unterliegende lebende Gewebe zur Bildung eines brauchbaren Korkes disponirt.

Auch an den Stämmen einiger anderer Bäume findet sich reichlich ein Gewebe vor, welches dem natürlichen Korkgewebe der beiden Korkeichen sehr ähnlich sieht, so z. B. an der in Ligurien vorkommenden *Quercus pseudo-suber Santi*, an jungen Trieben unseres Feldahorns (*Acer campestre L.*), unserer Korkulme (*Ulmus suberosa Koch*), am Stamme der in Brasilien vorkommenden *Erythroxylon suberosum St. Hil.*[1], und wahrscheinlich noch an anderen Gewächsen. — Es ist

1) Saint-Hilaire l. c. p. 2.

gewiss ein naheliegender Gedanke, zu versuchen, ob nicht auch diese Bäume, ähnlich wie die beiden Korkeichen behandelt, einen brauchbaren Kork geben. In der That hat auch ein practischer Forstmann die Ausbeutung des Feldahorns und der Korkulme auf Kork in Anregung gebracht[1]; bis jetzt scheinen jedoch noch keinerlei Resultate hierüber gewonnen worden zu sein.

Die echte Korkeiche, *Quercus suber L.*, findet sich in allen Mittelmeerländern und an den adriatischen Küsten vor. In grösster Menge kommt dieser Baum in Algier vor, wo er auf einer Waldfläche von 37,000 Hectaren die vorherrschende, auf einer Waldfläche von 286 Hectaren die ausschliesslich vorkommende Holzart bildet[2]. Die ausgedehntesten Korkeichenwaldungen Algier's beherbergt das Sanhadscha-Gebiet in der Provinz Constantine, woselbst auch die Korkgewinnung so intensiv und dennoch rationell wie nirgends in Algier betrieben wird. In Spanien, auf den Balearen und im südlichen Frankreich tritt *Quercus suber* wohl noch massenhaft, aber nicht mehr in ganzen Beständen auf. In Italien und in den österreichischen Küstenländern kommt sie nur als untergeordneter Bestandtheil, oft nur hier und dort eingesprengt im Walde vor. Die bedeutendste Korkgewinnung wird in Europa in Spanien (Vizcaya und Oberestremadura) und im südöstlichen Frankreich betrieben. Die oceanischen Küsten Portugals und Frankreichs liefern auch Kork aber nicht in sehr grosser Menge, auch in minderer Qualität. Der Kork der letztgenannten Districte stammt von *Quercus occidentalis.*

Die Hauptnutzung der Korkeichenwälder besteht in der Gewinnung des Korkes. Das Holz der beiden Bäume wird wenig geschätzt; es steht an Güte gegen unser Eichenholz sehr zurück.

Die Korkbildung tritt an allen Stämmen, mithin auch an denen der Korkeichen erst ein, nachdem die Oberhaut abgeworfen wurde. Bei *Quercus suber* erhält sich die Oberhaut bis in's zweite oder dritte Jahr, dann löst sie sich in dünnen, fast farblosen Häuten von den Stämmen ab und schon ist eine dünne aus platten, etwas spröden Zellen bestehende Korkschicht als Ersatz für die Epidermis vorhanden. Die äussersten Zellen dieser Korkschicht bestehen aus trockenen leblosen Zellen. Nach dem Innern des Stammes zu liegen an diesem Korkgewebe zarte mit Cellulosemembranen versehene jugendliche Zellen an, welche durch vorwiegend in tangentialer Richtung fortschreitende Theilungen neue Korkzellen produciren. Diese jugendliche Gewebs-

---

1) Wessely, Offic. österr. Bericht über die Pariser Ausstellung 1867. Bd. V. p. 446 ff.

2) Wessely, Offic. österr. Bericht etc. V. p. 446 ff.

schicht ist das Korkcambium. So lange dieses Gewebe von den natürlich gebildeten Korkschichten überdeckt bleibt, bildet es nur ein hartes unelastisches Gewebe, dem die Eigenschaften des Korkes nicht zukommen und erst wenn diese werthlose Schicht (männlicher Kork, le mâle) künstlich entfernt wird, producirt das Korkcambium guten Kork (weiblichen Kork, femelle). An fünfjährigen Stämmen ist der männliche Kork bereits so mächtig geworden, dass er abgenommen werden könnte, ohne dass das Korkcambium hierbei Schaden litte. Man wartet indess, um gleich grössere Korkplatten gewinnen zu können, bis die Stämme einen Umfang von 20—30 Centimeter erlangt haben. Zur Zeit der Vegetationsruhe könnte die Abhebung des Korks kaum ohne arge Verletzung des Korkcambiums erfolgen. Aber auch die Zeit des starken Safttriebes muss vorüberstreichen gelassen werden, ehe man an die Entkorkung der Bäume schreitet. Es wird angegeben, dass zur Zeit der zweckmässigsten Abnahme des Korkes die Sprünge der Rinde eine rosenrothe Färbung anzunehmen beginnen. In Frankreich wird die Entkorkung (démasclage) zwischen Mai und dem Herbste vorgenommen. In die Rinde der zu entkorkenden Eichen werden mit Handhacken Einschnitte gemacht, welche nicht bis in's Korkcambium reichen dürfen; einer am Grunde des Stammes, der zweite in einer Entfernung hiervon, welche durch die Höhe der zu erzielenden Korkplatten bestimmt ist. Beide Kreisschnitte werden durch einen Längsschnitt verbunden, bei dessen Beibringung man möglichst die schon vorhandenen Rindenrisse benutzt. Der Kork lässt sich nun meist ohne Gewalt vom Korkcambium ablösen; es geschieht dies mit Zuhülfenahme des flach geformten Hackenstiels. Wo die Lostrennung nicht leicht gelingen will, klopft man, ähnlich wie bei der Gewinnung der Spiegelrinde (junge Eichenrinde), mit dem Rücken der Hacke die betreffende Stelle. Bei der Ablösung des Korkes muss selbstverständlich das Korkcambium möglichst geschont werden. Schnittwunden sollen diesem Gewebe nicht so gefährlich sein als Risse und Quetschungen. Zur Regenzeit wird die Entrindung unterlassen, da die Nässe dem nahezu blossgelegten Korkcambium schadet.

Damit die Korkplatten eine genügende Dicke erlangen, nimmt man die Entrindungen immer erst nach Ablauf von acht bis zehn Jahren vor.

Der Zuwachs an Kork in den aufeinander folgenden Jahren ergiebt sich aus folgenden Zahlen:

Alter der Korklagen in Jahren ausgedrückt.	Dicke der Korklagen.
1	3—5 Millim.
2	2.5—4 »
3	2—3 »
4	1·5—2.5 »
5	1.5—2.5 »
6	1.5—2 »
7	1.5—2 »
8	1.5—2 »
9	1.5—2 »
10	1.5—1.7 »
11	1—1.5 »
12	1—1.5 »

Nach Ablauf von zehn Jahren erreicht die Korkschicht eine Dicke von 17—26 Millim., welche Dimension für die Fabrication von Pfropfen häufig nothwendig ist.

Gewöhnlich beginnt man mit der Korkausnutzung an fünfzehnjährigen Bäumen und kann sie durch hundert bis hundertfünfzig Jahre weiter führen. Bis zu einem bestimmten Alter soll die Güte des Korkes nur zunehmen; im hohen Alter des Baumes verschlechtert sich aber bestimmt die Qualität des Korkes. Hundertfünfzig Jahre alte Bäume liefern nurmehr ein schlechtes Product. *Quercus suber* kann ein Alter von zweihundert Jahren und darüber erreichen [1].

Die Güte des Korkes hängt in erster Linie von der Qualität des Rohstoffes, ferner von der Art der Zubereitung ab. — Kork aus warmen Gegenden ist besser als ein auf nördlichen Standorten producirter. Bäume im Alter von fünfzig bis hundert Jahren geben die beste Waare. Wenig aber sehr feiner Kork wird von Bäumen erhalten, die auf Bergen stehen. Viel aber geringen Kork liefern Bäume von niedrigen, feuchten Standorten. Dickere Aeste und die Mittagseite der Stämme sollen ein verhältnissmässig besseres Product geben. Die kleine Menge von Kork, welche in den österreichischen Küstenländern erzeugt wird, ist so löcherig und porös, dass dieses Product nicht zu Pfropfen, höchstens zu Schwimmern für Fischernetze verwendet werden kann.

Die abgelösten Korkplatten werden in Stössen aufgestellt, mit Steinen beschwert und trocknen gelassen, wobei sie einen Gewichts-

1) A. Rousset, Culture, exploitation et aménagement du chêne-liège en France et en Algérie. Paris, 1867. und Wessely im offic. österr. Bericht über die Pariser Ausstellung 1867. V. p. 451 ff.

verlust von 15 Proc. erleiden. Hierauf wird die äusserste und innerste Seite mit einem Schabmesser oder mit groben Feilen entfernt und die Platten in geräumigen Kesseln durch 5—6 Minuten der Wirkung siedenden Wassers ausgesetzt. Der getrocknete Kork, welcher durch Abschaben und Auslaugen etwa zwanzig Procent Gewichtsverlust erlitt, aber sein Volum etwa um ein Fünftel vergrösserte, zeigt nunmehr die ausgezeichneten Eigenschaften der käuflichen Waare. In Spanien war es früher allgemein üblich, die getrockneten Korkplatten durch ein Flammenfeuer durchzuziehen, wodurch sie oberflächlich eine schwärzliche, innen eine tief-graubräunliche Farbe annahmen [1]. Es sollten hierdurch dem Korke ganz vorzügliche Eigenschaften gegeben werden. Da auch jezt noch aus Spanien Korksorten in den Handel kommen, welche von dunklerer Farbe als der französische Kork sind, so scheint die Methode des Ansengens dort noch angewendet zu werden.

Die Korkplatten haben eine Dicke bis zu fünf Centimeter. Parallel zur Oberfläche sind sie deutlich geschichtet. Die Schichten, 1—5 Mm. dick, entsprechen den Jahreslagen des Korkes. Die Grenzen der jährlich gebildeten Korklagen sind durch wellenförmige, dunkler gefärbte Linien markirt. Senkrecht zur Oberfläche, also der radialen Richtung des Stammes entsprechend, laufen aus sklerenchymatischen Zellen bestehende spröde Gewebe, die beim Trocknen und Quetschen des Korkes mehr oder minder zerstäuben und jene bekannten Hohlräume zurücklassen, die im Korke so wenig erwünscht sind. Je reichlicher diese Hohlräume auftreten, je grösser sie sind, desto geringer ist der Werth einer Korksorte.

Der anatomische Bau des Korkes ist höchst einfach. Das dichte, eigentliche Korkgewebe besteht aus Zellen, die unverkennbar den gleichen histologischen und chemischen Character tragen, wenn sie auch in den Formen und in der Verdickung der Zellwand von einander mehr oder weniger abweichen. Es sind dies die Korkzellen. Mit Ausnahme der etwas dickwandigen, die Jahresschichten nach innen abgrenzenden Zellen, sind alle übrigen Korkzellen sehr dünnwandig, häufig wellenförmig contourirt, im Querschnitt und radialen Längsschnitt länglich vierseitig, im tangentialen Schnitt meist sechsseitig. Die Korkzellen sind mithin, abgesehen von den wellenförmigen Krümmungen der Zellmembranen, länglich prismatisch geformt, und es kommt die Axe der Prismen in die radiale Richtung des Rindenkörpers zu liegen. Im Mittel misst der radiale Diameter der Korkzellen 0.060, der tangentiale 0.025 Millim. — Die spröden, radial angeordneten Gewebszüge setzen sich aus bräunlich gefärbten Sklerenchymzellen (Steinzellen)

---

1) Böhmer l. c. II. p. 508.

zusammen, deren Dimensionen von jenen der Korkzellen nur wenig verschieden sind.

Die Korkzellen sind fast gänzlich unverholzt, indem nur in den äussersten Zellwandschichten derselben Spuren von Holzsubstanz durch schwefelsaures Anilin nachweisbar sind. Behandelt man die Korkzellen mit verdünnter Chromsäure, so werden Holz- und Korksubstanz entfernt und es bleiben Zellmembranreste zurück, welche durch Jod und Schwefelsäure graublau gefärbt, durch Kupferoxydammoniak gelöst werden, mithin aus Cellulose bestehen. Im Inhalte der Korkzellen findet sich oft eine körnige, bräunliche Masse vor. — Die Sklerenchymzellen sind stark verholzt, da sie durch schwefelsaures Anilin intensiv gelb gefärbt werden. Im Inhalte führen sie Klumpen rothbrauner, wie es scheint, harziger Substanz.

Die physikalischen Eigenschaften des Korkes, nämlich seine Elasticität, Undurchdringlichkeit für Flüssigkeiten und Gase, seine geringe Dichte und Widerstandskraft gegen äussere Einflüsse sind hinlänglich bekannt.

In chemischer Beziehung ist der Kork noch ungenügend erforscht. Dass neben jenem Körper, den man Suberin oder Korkstoff nannte, und der wohl die Hauptmasse des Korkes constituiren dürfte, noch zahlreiche andere Körper vorkommen, ist zweifellos. Darunter befinden sich Substanzen, z. B. Cellulose, von welcher chemisch das Suberin als solches nicht getrennt werden kann, so dass als Korkstoff gewiss stets ein Gemenge genommen wurde. Wie bekannt enthält der Kork mehr Kohlenstoff und weniger Sauerstoff als der chemischen Zusammensetzung der Cellulose entspricht. Wie jedes Pflanzengewebe ist auch der Kork nicht frei von stickstoffhaltigen Substanzen. Dass Stickstoff, wie behauptet wurde, an der Zusammensetzung des Suberins Antheil nimmt, ist höchst zweifelhaft. — Durch Weingeist und Aether kann dem Kork eine wachsartige Substanz entzogen werden, welche man Korkwachs nannte und auch als Cerin — bekanntlich der Name eines Bestandtheils des Bienenwachses — ansprach. Die Menge des Korkwachses beträgt 1.8—2.5 Proc. Es ist in Aether und absolutem Alkohol löslich und krystallisirt in farblosen Nadeln[1]. Durch Oxydation des Korkes mit Salpetersäure erhält man ausser Oxalsäure noch etwa 10 Proc. Korksäure, Spuren von Ammoniak, Benzoësäure und andere noch nicht genauer untersuchte Substanzen[2]. Kork enthält lufttrocken 4—5 Proc. Wasser und liefert 1.89 Proc. Asche.

1) Ueber Korkwachs s. Chevreul, Ann. de Chim. XCVI. 170 und Döpping, Ann. der Chem. und Pharm. XLV. p. 289.

2) S. Boussingault, Journ. de Chim. med. XII. p. 118. Bromeis, Annalen der Chemie und Pharmacie XXXV. p. 96.

Die hauptsächlichste Verwendung findet der Kork zur Verfertigung von Pfropfen. Kleine dünne Pfropfen werden parallel zur Oberfläche der Korkplatten, dicke, kurze senkrecht hierzu geschnitten. Dicke Pfropfen, deren Höhe mehr als fünf Centimeter betragen soll, können aus gewöhnlichen Korkplatten nicht mehr senkrecht, sondern müssen parallel zur Oberfläche herausgeschnitten werden. Aus der Lage der stets deutlich markirten Jahresschichten des Korkes und aus der Richtung des stets radial am Stamme angeordneten Sklerenchymgewebes lässt sich jedem Pfropf entnehmen, in welcher Richtung er aus den Korkplatten herausgeschnitten wurde. — Alle Pfropfen werden mit der Hand geschnitten. Maschinen haben sich bis jetzt wohl zum Sortiren, nicht aber zum Herstellen der Korke bewährt. Früher kamen Pfropfen blos aus Catalonien. Gegenwärtig werden grosse Mengen zu Bordeaux, Bremen und im Oldenburgischen verfertigt. Der Hauptsitz der deutschen Korkindustrie ist das oldenburgische Städtchen Delmenhorst, wo sich an tausend Familien mit dem Verfertigen von Pfropfen beschäftigen und jährlich an dreihundert Millionen Korkstöpsel erzeugen. — Der Kork wird ferner zur Herstellung verschiedener Bekleidungsgegenstände (Korksohlen, Korkjacken, zu Ausfütterung von Hüten u. s. w.), zu Schwimmern für Fischernetze, zum Ueberzug von Mühlsteinen, die zur Entschälung von Hirse dienen u. s. w., angewendet. Die Verwendung der Korkkohle (Spanisch Schwarz) als Farbe u. s. w., ist schon alt[1]. — Zu Schwimmern werden auch ganz schlechte Korksorten, z. B. der istrianische oder Triester Kork, verwendet.

Die eigenthümlichen physikalischen Eigenschaften, welche sich im Korke vereinigen, machen diesen Körper fast unentbehrlich, umsomehr, da er kaum durch eine andere Substanz zu ersetzen ist. — Als, freilich sehr unvollkommenen, Ersatz für Kork verwendet man zu Schwimmern für Fischangeln und Netze in manchen Gegenden auch die Rinden anderer Bäume, z. B. der Schwarzpappel, zum Auslegen der Böden für Insectenkästen und dergl. das sogenannte Aloëholz, nämlich das Mark der Agaven und Fourcroyen; zu Stöpseln auch in manchen Gegenden, z. B. in Slavonien, die Wurzeln des Süssholzes (*Glycirrhiza glabra L.*) u. s. w. Auch gewisse Holzarten (Korkholz, bois de liège), über welche unten bei den Hölzern abgehandelt werden wird, bilden, freilich meist nur sehr unvollkommene, Ersatzmittel für Kork.

2. Eichenrinden, welche zum Gerben dienen.

Von allen in Europa gewonnenen Rinden hat keine einzige einen

1) S. D'Apligni, Abhandlung von den Farben. Leipzig 1779. — Interessante Daten über die Verwendung des Korkes im vorigen Jahrhundert finden sich bei Böhmer l. c. II. p. 506 ff.

so wichtigen Platz in der Industrie errungen, und wegen der Massenhaftigkeit, in welcher sie abgeschieden wird, ist auch keine andere in forstlicher Beziehung so bedeutungsvoll geworden, als die Eichenrinde. Man kennt seit alter Zeit ihre vorzüglichen Eigenschaften als Gerbmaterial.

Nicht alle der bis jetzt genauer bekannt gewordenen Eichenarten — ihre Zahl beläuft sich auf mehrere Hundert[1]) — liefern eine gleich gute Gerberrinde. Wenn auch die Rinden aller Eichen in der Jugend reich an Gerbstoff sind, so eignen sich doch die meisten Arten, wegen bald eintretender Borkebildung, wenig oder gar nicht als Gerbmaterial. Mit dem Entstehen der Borke erleiden die Gewebe der Rinde eine chemische Veränderung, welche ihre Gerbstoffmenge beträchtlich herabsetzt. Da nun mit dem Aelterwerden der Rinde wohl ihre Masse zunimmt, die neugebildeten Gewebe aber nur so lange gerbstoffreich sind, bevor es zur Entstehung der Borke gekommen ist, so ist es begreiflich, dass jene Eichen sich zur Gewinnung von Lohrinden am besten eignen, deren Rinden am spätesten der Borkebildung verfallen.

Unter allen Eichen sind unsere gewöhnlichen sommergrünen mitteleuropäischen zur Rindengewinnung am tauglichsten, nämlich die Stieleiche *(Quercus pedunculata Ehr.)*, die Traubeneiche *(Q. sessiliflora Sm.)* und die Zerreiche *(Q. Cerris L.)*. Aber auch diese drei Baumarten liefern nicht gleich gute Rinden und gleich hohen Ertrag, wenn sie auf Rinde ausgenutzt werden. Die Rinden der beiden erstgenannten Eichenarten erhalten sich bis zum zwanzigsten, unter Umständen sogar bis zum fünfunddreissigsten Jahre ziemlich borkefrei, während die Zerreiche schon nach Ablauf von zehn bis fünfzehn Jahren mit Borkeschichten bedeckt ist. Stiel- und Traubeneichen werden deshalb der Zerreiche in Betreff der Rindengewinnung vorgezogen. — Von den zahlreichen nordamerikanischen Eichen scheint als Gerbmaterial nur eine als vorzüglich sich erwiesen zu haben, nämlich *Quercus rubra L.* Diese Eichenart erhält ihre Rinde sogar bis zum vierzigsten Jahre borkefrei, und scheint deshalb zur Lohegewinnung ganz besonders geeignet zu sein. Man hat auch in Deutschland Versuche gemacht, diese Eichenart anzupflanzen. Die Resultate, welche man mit diesem Baume in der Umgebung von Bingen erhalten hat, befriedigten indess nicht sehr, da die Rinde nur dünn ausfiel, mithin der Rindenertrag nur ein geringer sein konnte[2]).

Die Eichen werden behufs Gewinnung von Rinden entweder in

1) Linne unterschied (1763) 14, Willdenow (1805) 76; Sprengel (1826) 105, Endlicher (1847) 213, Kotschy (1862) etwa 300 Arten.

2) J. G. Neubrand, Die Gerbrinde. Gekrönte Preisschrift. Frankfurt a. M. 1869 p. 48.

eigenen Wäldern — Eichenschälwäldern — gezogen, und von den jungen borkefreien Stämmen und Zweigen die Rinden abgeschält; oder es werden von alten Stämmen die Rinden abgetrennt, und von der anhaftenden Borke möglichst befreit. Im ersten Falle erhält man die ausgezeichnete Spiegelrinde, im zweiten die viel mindere Eichengrobrinde (Altholzrinde, Eichenlohe).

Gewinnung der Spiegelrinde. Die Gewinnung dieser gerbstoffreichen Rinde wurde in Westphalen schon im fünfzehnten Jahrhundert betrieben. Aber erst in diesem Jahrhundert hat man angefangen, dieses ausgezeichnete Gerbmaterial im ausgedehnten Massstabe zu erzeugen, und erst seit dem Anfang der Sechziger Jahre wird die Eichschälung rationell betrieben [1].

In den Schälwäldern des Odenwaldes, des Hundsrück und Taunus, ferner der mittel- und oberrheinischen Gebirgsländer wird vorherrschend *Quercus sessiliflora*, und nur in den Flussthälern auch *Q. pedunculata* gezogen [2]. In Oesterreich cultivirt man zur Spiegelrindengewinnung theils die letztere (z. B. in einigen niederösterreichischen Flussthälern), theils die Zerreiche (vorwiegend in Ungarn); in Frankreich *Q. sessiliflora* und *pedunculata* [3].

Die Eichen der Schälwälder lässt man 12—35 Jahre alt werden. Die Ablösung der Rinde wird unmittelbar nach der Oeffnung der Blattknospen, also zwischen Ende April und Mitte Mai vorgenommen. Die Rinden werden entweder vom stehenden oder gefällten Stamme abgeschält. Im ersteren Falle macht man am Grunde des Stammes einen Querschnitt durch die Rinde und schlitzt sie der Länge nach so auf, dass sie in drei Streifen abgelöst werden kann. Die so erhaltenen Rindenbänder lässt man am Stamme so lange hängen, bis sie lufttrocken geworden sind. So verfährt man in Oesterreich, Frankreich, im Taunus und in einigen Thälern des Schwarzwaldes [4]. — Die Schälung gefällter Stämme muss möglichst rasch ausgeführt werden. Einen Tag nach der Fällung haftet die Rinde bereits so fest am Stamme, dass ihre Loslösung ohne Gewalt nicht mehr gelingt. In den Schälwäldern Frankens werden die gefällten Eichenstämme ihrer ganzen Länge nach geschält, im Odenwald schneidet man zuvor jeden Stamm in mehrere Scheite. Gelingt die Ablösung nicht leicht mittelst der einfachen zur Schälung dienenden Werkzeuge [5], so wird

1) Neubrand l. c. p. 10.
2) Gayer, Forstbenutzung. Aschaffenburg 1868. p. 567.
3) Offic. österr. Bericht über die Pariser Ausstellung 1867. V. p. 346.
4) Gayer l. c. p. 574.
5) S. hierüber Neubrand l. c. p. 118—125.

die Rinde vorher mit Klöppeln oder Beilen geklopft, wodurch erwiesenermassen ihre Qualität beeinträchtigt wird. Die liegend geschälte Spiegelrinde muss an der Luft getrocknet werden, wobei darauf zu sehen ist, dass sie nicht vom Regen getroffen wird. Nass gewordene Rinde ist nicht nur gerbstoffärmer, weil ein Theil des Gerbstoffs ausgewaschen wurde, sondern weil solche Rinde stets mehr oder weniger stark von Pilzen befallen wird, deren Vegetation den Gerbstoff der Eichenrinde verändert. »Waldtrockene« Spiegelrinde erleidet beim Austrocknen einen Gewichtsverlust von 40—50 Proc.

Die getrocknete Rinde wird entweder gleich in Gebinde, gewöhnlich von 1—1.7 Met. Länge und 0.6 Met. Dicke vereinigt, oder, nachdem eine Sortirung vorgenommen wurde.

Die Gewinnung der Altholzrinde erfolgt entweder im Frühjahr zur Zeit des Safttriebes oder im Winter. Die Fällung im Frühlinge erleichtert sehr die Loslösung der Rinde. So lange man darauf achtet, an einem Tage nicht mehr Bäume zu fällen als auch entschält werden können, gelingt die Lostrennung fast eben so leicht, wie bei jungen Eichenstämmen. Im Winter gefällte Bäume erfordern eine grössere Kraftanstrengung zur Schälung. Um die Loslösung der Rinde (Altholz- oder Spiegelrinde) zu erleichtern, ist von H. J. Maitre vorgeschlagen worden, die Stämme zu dämpfen, wodurch, angeblich ohne Verlust an Gerbstoff, die Lostrennung der Rinde sehr leicht und rasch erfolgen soll[1]. In einigen Gegenden werden alte Eichen auch stehend geschält. — Da der Gerbstoff nur im jungen Gewebe vorkommt, so ist einleuchtend, dass man bei der Rindengewinnung von alten Eichen bestrebt sein muss, die trockene, werthlose Borke zu entfernen. Es geschieht dies durch die Arbeit des Putzens, entweder am stehenden oder gefällten Stamme. Rinden jüngerer Bäume erleiden hierbei einen Verlust von 20—30, ältere, nach Neubrand's Ermittelungen, von 50—60 Proc.

Die Schälung gelingt bei *Quercus sessiliflora* leichter als bei *Q. pedunculata*. Alle Angaben stimmen auch darin überein, dass erstere eine bessere Spiegelrinde als letztere liefert[2]. Es dürfte deshalb nicht ohne Werth sein zu untersuchen, durch welche Kennzeichen diese beiden wichtigsten Eichenrinden des Handels sich von einander und von den ebenfalls im Handel vorkommenden Rinden der *Quercus Cerris* und *Q. rubra* unterscheiden. Vorerst wird es jedoch nöthig sein, den anatomischen Bau der Eichenrinde überhaupt zu betrachten.

Anatomischer Bau der Eichenrinden. Die zweijährigen

1) Neubrand l. c. p. 206.

2) S. Neubrand l. c. p. 64 und offic. österr. Bericht etc. V. p. 346.

Rinden der Lohe liefernden *Quercus*-Arten stimmen in anatomischer und histochemischer Beziehung ziemlich genau mit einander überein. Die Aussenrinde wird von reihenweise neben- und hintereinander liegenden, tangential stark abgeplatteten, dünnwandigen Zellen gebildet. Die inneren Lagen dieses Periderms sind tief bräunlich gefärbt, die äussersten nicht selten entfärbt. Die Mittelrinde ist nach aussen hin kreisförmig, gegen die Mittelrinde hin durch bogenförmige, von innen aus beurtheilt, concave Linien begrenzt. Die an das Periderm sich anlehnenden Zellen der Mittelrinde sind dünnwandig, chlorophyll-führend; die dem Baste sich zuwendenden Zellen etwas dickwandiger und mit blass braunröthlichem Inhalte versehen. Zwischen den grünen und röthlichen Zellen liegen farblose, grössere, tangential etwas abgeplattete, mit flüssigem Inhalte, und kleinere, nicht abgeplattete, mit einzelnen Krystallen oder Krystallaggregaten von oxalsaurem Kalk erfüllte Zellen. Die Innenrinde besteht nach aussen hin aus einer Zone von Bastbündeln, welche zwischen sich kleine Gruppen von sklerenchymatischen Zellen (Steinzellen) aufnehmen, nach innen zu aus einem dünnwandigen Gewebe, das aus Siebröhren und Bastparenchymzellen besteht. Letztere führen nicht selten Krystalle und Krystallaggregate von oxalsaurem Kalk.

Behandelt man einen Querschnitt mit Kalilauge, so werden sämmtliche chlorophyllfreie Zellen der Mittel- und die parenchymatischen Zellen der Innenrinde fleischfarbig, mit einem Stich in's Violette, die Steinzellen gelb gefärbt, die Bastzellen bleiben ungefärbt. Durch Eisenchlorid werden die durch Kali sich fleischroth färbenden Zellen gebläut. Also nicht die Bastzellen, wie oft behauptet wurde, sondern die inneren Parenchymzellen der Mittel- und die parenchymatischen Zellen der Innenrinde bilden somit den Sitz des Gerbstoffes.

Die Bastzellen sind lang, bis auf einen sehr schmalen Innencanal verdickt, unregelmässig contourirt. — Die Siebröhren sind an den seitlichen Berührungsrändern mit sehr deutlich ausgeprägten Siebtüpfeln versehen.

Die Markstrahlen treten an einjährigen Trieben nur wenig deutlich hervor.

Mehrjährige, aber noch borkefreie Rinden, also Eichenrinden von dem anatomischen Baue der Spiegelrinden, lassen fast durchwegs in der Mittelrinde einen stark entwickelten Ring von Sklerenchymzellen erkennen. Aber auch ausserhalb dieses Ringes, und selbst der Innenrinde eingelagert, treten inselförmige Gruppen von Steinzellen auf. Die Markstrahlen nehmen hier bereits ein scharfes Gepräge an. Sie ziehen im Bereiche der Innenrinde zwischen den Bastbündeln durch und theilen dieses Gewebe in schmale Sectoren, die durch

wechselweises Auftreten von Bastzellen- und Bastparenchymbündel in senkrecht auf die Markstrahlen stehender Richtung getheilt sind, so dass das ganze Gebiet der Innenrinde mehr oder weniger deutlich gefeldert erscheint.

Die borkeführende Rinde unterscheidet sich von der borkefreien durch die anatomische Zusammensetzung der äussersten Gewebsschichten. Erstere ist von einer Steinzellen und selbst Bastbündel führenden Borke, letztere blos von einer dünnen Peridermschicht bedeckt.

Die an den Spiegelrinden häufig vorkommenden Korkwärzchen entstehen durch ein bogenförmig eingesenktes Korkcambium der Aussenrinde, welches an dieser Stelle stärker producirt und eine so reichliche Masse von verkorkenden Zellen hervorbringt, dass häufig nicht nur die in der Aussenrinde vorhandene Einsenkung völlig ausgefüllt wird, sondern an solchen Stellen sogar warzenförmige Erhabenheiten entstehen. Das Gewebe dieser Korkwärzchen gewinnt in diesem Falle eine linsenförmige Gestalt.

Unterscheidungsmerkmale der Eichenrinden. Es ist sehr leicht, die Spiegelrinde von der Altholzrinde zu unterscheiden. Schon das unbewaffnete Auge wird erstere durch das silberglänzende, in dünnen Blättern sich vom übrigen Rindenkörper loslösende Periderm von letzterer unterscheiden, die, wenn sie überhaupt bedeckt ist, an der Borke leicht erkannt werden kann. Unbedeckte (geputzte) Eichenrinde ist stets Altholzrinde. — Grössere Schwierigkeiten macht es die Arten der Spiegelrinden auseinander zu halten, anzugeben, von welcher Baumart die eine oder andere Sorte von Spiegelrinde abstammt. Eine möglichst sichere Unterscheidung hat ihre grossen Vortheile, da erwiesenermassen nicht nur das Alter der Rinde, sondern auch die Abstammung auf die Qualität Einfluss nimmt. Die Zerreichen-Spiegelrinde gilt mit Recht für geringer, als die Spiegelrinde der Stiel- und Traubeneiche. Aber selbst diese beiden, in Deutschland und Frankreich ausschliesslich auf Rinde ausgebeuteten Eichen geben nicht gleich gutes Gerbmaterial. Es gilt die Rinde der Traubeneiche *(Q. sessiliflora)* für besser als die der Stieleiche *(Q. pedunculata)*[1].

Die borkefreie Rinde der Zerreiche unterscheidet sich schon durch ihre Rauhigkeit, durch geringen Glanz, durch dunkle Färbung und durch kleine fast runde Korkwärzchen von der Traubeneichen- und Stieleichen-Spiegelrinde. Diese beiden Rindensorten sind licht, glänzend, und mit länglichen, bräunlich gefärbten Korkwärzchen versehen.

Man hat versucht, die Spiegelrinden von Trauben- und Stieleichen

1) Neubrand l. c. p. 64.

makroskopisch zu unterscheiden. Aber es ist stets von den betreffenden Beobachtern darauf aufmerksam gemacht worden, dass sich auf diesem Wege eine genaue Unterscheidung nicht erzielen lässt. Neubrand hat folgende Unterscheidungsmerkmale angegeben: Traubeneichen haben eine aussen silberweisse mit Längswarzen versehene Rinde, welche reich an Markstrahlen ist. Die Stieleichenrinde ist hingegen weniger glänzend, zeigt eine mehr grünliche Farbe, ist von Querwarzen durchzogen und besitzt weniger aber dickere Markstrahlen. — Diese Kennzeichen treffen nicht genau zu, auch ist für das unbewaffnete Auge die Rinde der *Quercus rubra* von jener der *Q. sessiliflora* und *pedunculata* nicht zu unterscheiden.

Eine präcisere Unterscheidung der vier genannten Rinden lässt sich auf Grund histologischer Charactere geben.

Die Rinden von *Quercus Cerris* und *rubra* führen völlig geschlossene Steinzellenringe, welche bei ersterer entweder ganz frei von Bastzellen sind oder doch nur wenige dieser Zellen enthalten, bei letzterer hingegen viele Bastzellen und ganze Bastbündel zwischen sich aufnehmen. Die Steinzellenringe der Rinden von *Quercus pedunculata* und *sessiliflora* enthalten Bastzellen und sind nicht dicht geschlossen; besonders bei letzterer ist diese Gewebszone häufig stark unterbrochen.

Schon mit der Loupe erkennt man deutlich, dass die jüngeren (inneren) Schichten der Rinden von *Q. rubra*, *sessiliflora* und *Cerris*, von breiten Markstrahlen durchzogen sind, welche sich im äusseren Theile der Rinde verlieren. Bei mikroskopischer Betrachtung werden diese Markstrahlentheile als sklerenchymatische Gewebszüge erkennbar, deren Zellmembran durch Kalilauge eine intensiv gelbe Farbe annimmt. Die Rinde der *Q. pedunculata* lässt selbst bei Betrachtung mit der Loupe Markstrahlen nicht erkennen, hingegen kommen hier so grosse Steinzellengruppen vor, dass selbe schon für das freie Auge erkennbar werden.

Sehr reich an Bastbündeln ist die Rinde von *Q. penduncidata.* Zunächst kommt die Rinde von *Q. sessiliflora.* Arm an Bastbündeln sind die Rinden von *Q. Cerris* und *rubra.*

Eine sehr regelmässige Felderung in Folge scharfer Ausprägung und regulärer Anordnung der kleinen Markstrahlen und Bastbündel zeigt unter dem Mikroskop die querdurchschnittene Rinde von *Q. pedunculata.* Minder regelmässig ist diese Felderung am Querschnitt der von *Q. sessiliflora* herrührenden Rinde zu sehen. Die parenchymreichen Rinden der beiden anderen Eichenarten erscheinen auf dem Querschnitt ziemlich unregelmässig gestaltet.

Die Handelssorten der Eichenrinden[1]). In der Praxis unterscheidet man Spiegel- oder Glanz-, Rauh- oder Raidel-, und Altholz- oder Grobrinde. Die Spiegelrinde kommt von Stämmen, deren Durchmesser unter vier Zoll, die Raidelrinde von Stämmen, deren Durchmesser vier bis acht Zoll betrug. Aeste und Stämme mit mehr als acht Zoll Durchmesser geben Grobrinde. — In einigen Gegenden theilt man die Eichenrinden in Spiegel-, Pfeifen- und Stammrinden ein.

Man unterscheidet ferner Erd-, Baum- und Gipfelgut, je nachdem die Rinde vom untersten, mittleren oder obersten Theile des Stammes herrührt. Das Erdgut gilt als die beste, das Gipfelgut als geringste Sorte.

Der Practiker beurtheilt den Werth einer Eichenrinde nach Farbe, Bruch und Aussehen. Lichte, am Bruche weissliche oder blassröthliche Rinden hält er für besser als röthliche oder bräunliche Rinden. Leichter, kurzfaseriger Bruch gilt auch als Zeichen der Güte. Korkwärzchen werden gern gesehen. Rinden ohne Warzen hält der Gerber für gering.

Chemische Zusammensetzung der Eichenrinden. Neben den gewöhnlichen Pflanzenbestandtheilen hat man in den Eichenrinden einen Gerbstoff, und ein eigenthümliches Phlobaphen (Eichenphlobaphen) aufgefunden.

Die Menge des Gerbstoffs der Eichenrindensorten und einiger anderer häufig gebrauchter Gerberrinden gehen aus folgenden, Neubrand's[2]) Buche entnommenen, Zahlen hervor:

Beste Eichenspiegelrinde	16—20	Proc.	Gerbstoff.
Mittlere Eichenspiegelrinde	12	»	»
Geputzte Eichenaltholzrinde	8—10	»	»
Ungeputzte »	5— 8	»	»
Junge Fichtenrinde	8	»	»
Birkenrinde, bessere Sorte	6— 7	»	»
Weidenrinde, 1—2jährig	13	»	»
Vogelbeerrinde *(Sorbus ancuparia L.)*	14	»	»
Edelkastanienrinde *(Castanca vesca Willd.)*	12	»	»

Die Eichengerbsäure ist nach den Untersuchungen Grabowsky's[3]) ein Glycosid, welches beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure in eine Zuckerart von der Zusammensetzung $C_{12}H_{18}O_9$ und in Eichenroth zerfällt. Letzteres ist eine amorphe Substanz, welche mit den Zer-

1) S. hierüber Gayer l. c. p. 569. Neubrand l. c. p. 59 ff.
2) l. c. p. 18 ff. S. auch Hartig, Die forstl. Culturpflanzen. Berlin 1852 p. 132.
3) Sitzungsberichte der Wiener Akademie Bd. 56. 2. p. 387.

setzungsproducten des Kastaniengerbstoffes, des Gerbstoffes aus der Rotanhiawurzel und einigen anderen aus Rinden und Wurzeln erhaltener Gerbstoffe sehr nahe übereinstimmt. Der Gerbstoff der Eichenrinde ist somit von dem Gerbstoff der Galläpfel, welcher bei der Spaltung durch verdünnte Mineralsäure bekanntlich neben Zucker noch Gallussäure liefert, sehr verschieden.

Das Eichenphlobaphen hat nach Grabowsky die Zusammensetzung $C_{26}H_{24}O_{14}$. Es ist eine in Wasser unlösliche, in Ammoniak lösliche amorphe Substanz, welche mit Chlorbaryum oder Chlorcalcium braune, flockige Niederschläge liefert und bei der Oxydation mit schmelzendem Kali Phloroglucin und Protocatechusäure giebt.

3. Quercitronrinde.

Diese Rinde stammt von *Quercus tinctoria Willd.*, einem nordamerikanischen Baume. Sie gehört zu den wichtigsten Farbmaterialien, welche das Gewächsreich hervorbringt. Ihr Erscheinen auf dem europäischen Markte hatte eine bedeutende Umgestaltung im Farbwaarenhandel zur Folge. Einige gelbfärbende Kräuter, wie Ginster, Scharte wurden durch die Quercitronrinde fast gänzlich verdrängt. Aber auch der Wau büsste seine frühere Wichtigkeit ein. Seit der Einführung der Quercitronrinde wurde seine Verwendung ausserordentlich beschränkt, und selbst das Gelbholz hatte unter der neuen Concurrenz viel zu leiden. Der Werth der Quercitronrinde liegt nicht nur in den Eigenschaften des Farbstoffes, sondern auch in der grossen Menge desselben. Die Rinde hat ein Farbvermögen, welches nach Bancroft viermal so gross als jenes des Gelbholzes (Holz der *Máclura aurantiaca Nutt.*), und acht- bis zehnmal so gross als das des Wau's ist.

Das Verdienst, die Quercitronrinde in die Industrie eingeführt zu haben, gebührt den um die Technik der Färberei hochverdienten Bancroft. Er benannte den Baum seiner eigenthümlich gefärbten inneren Rinde wegen *Quercus citrina*, und construirte hieraus das Wort Quercitron, welches alsbald allgemeinen Eingang fand[1]. Selten nur wird für diese Waare der unrichtige Name gelbes Eichenholz angewendet.

Quercus tinctoria tritt in mehreren Varietäten auf, welche höchst ungleiche Sorten von Quercitron liefern. And. Michaux[2]) unterscheidet eine Form mit ausgezackten, und eine mit ausgerandeten Blättern. Erstere, vom Champlainsee an bis Georgien häufig vor-

---

1) Edward Bancroft l. c.

2) Histoire des chenês d'Amerique. Paris 1801.

kommend, giebt die beste Rinde; letztere, über die Niederungen Georgien's und Carolina's verbreitet, ein geringes, bräunlich färbendes Quercitron. Auch die Varietäten *digitata* und *trifida* (*Quercus nigra L. digitata Marsh.* und *Q. n. L. trifida Marsh.*) aus Südcarolina, ferner *Quercus aquatica Catesb.* und *Quercus cinerea Mich.* [1]) geben nur niedere Quercitronsorten.

Die Aussenrinde von *Quercus tinctoria* ist schwarz, daher der Linné'sche Name dieses Baumes: *Quercus nigra*. Es kommen in ihr wohl kleine Mengen des Quercitronfarbstoffes vor, aber gemengt mit anderen gefärbten Substanzen, welche in die wässerigen Auszüge übergehen und die Schönheit der Färbungen so stark beeinträchtigen, dass dieser Rindenantheil als völlig werthlos angesehen werden muss. Die Aussenrinde des Baumes wird nach Bancroft's Mittheilungen von den Stämmen abgehobelt, der übrig bleibende Rindenkörper vom Stamme abgeschält und zwischen Mühlsteinen vermahlen. Auf diese Weise wird wohl die grösstmöglichste Menge von Quercitron erhalten. Ein farbstoffreicheres Product lässt sich aber durch Abraspeln des schwammigen Theiles der Rinde gewinnen. Die gemahlene Quercitronrinde besteht theils aus einer pulverigen, theils aus einer faserigen Partie; erstere entspricht der Mittel-, letztere der Innenrinde. Da die im Handel vorkommende Quercitronrinde gewöhnlich ein Gemenge von pulveriger und faseriger Masse ist, so ist wohl nicht zu bezweifeln, dass der meist in Uebung stehende Process der Quercitrongewinnung in einem Vermahlen der blos von der Aussenrinde befreiten Rinde besteht.

Die Quercitronrinde gelangt nie in ganzen Rindenstücken, sondern stets in zerkleinertem Zustande in unseren Handel. Wie schon erwähnt, ist die käufliche Quercitronrinde ein Gemenge von mehliger und faseriger Substanz. Erstere ist dunkler als letztere gefärbt. Die Farbe und Güte der Waare ist von dem Mengenverhältniss dieser beiden Körper abhängig. Je mehlreicher eine Quercitronsorte ist, als desto besser wird sie angesehen. Die Farbe der gemahlenen Rinde gleicht meist jener frisch angeschnittenen Korkes. In schlechteren, grob gemahlenen Sorten finden sich häufig schwarzbraune, von der Aussenrinde herrührende Gemengtheile vor. Der Geruch ist eigenthümlich, schwach, nicht unangenehm, der Geschmack deutlich bitter.

Die Aussenrinde des Quercitrons besteht aus dunklen, abgeplatteten verkorkten Zellen mit kleinen Mengen körniger Substanz im Inhalt. Die Mittelrinde setzt sich aus parenchymatischen und sklerenchymati-

---

[1]) F. A. Michaux, Voyage à l'ouest des Monts Alleghany. Deutsche Uebersetzung. Nürnberg 1818. II. p. 143 ff.

schen Zellen zusammen. Erstere sind klein, dünnwandig, mit lichtbräunlichem Inhalte erfüllt; letztere fast völlig verdickt, verschieden gross und verschiedengestaltig. Auch Stärkekörnchen und einzelne Krystalle von oxalsaurem Kalk finden sich in dieser Schicht der Rinde vor. Auf Zusatz von verdünnten alkalischen Flüssigkeiten färben sich die Zellen dieser Schicht intensiv citrongelb. Die Innenrinde, von schmalen Markstrahlen reichlich durchsetzt, besteht aus zahlreichen Bastbündeln, deren Zellen von kalkoxalatführenden kleinen Zellen völlig umsponnen werden, und einem aus dünnwandigen Elementen, (Bastparenchymzellen und Siebröhren) bestehenden Gewebe. Auch in der Innenrinde treten sklerenchymatische Zellen nicht selten als grosse Inseln zwischen den anderen Geweben auf. Auf Zusatz von verdünnter Kalilauge färbt sich der Inhalt aller parenchymatischer Elemente der Innenrinde gelb bis braun: aber auch die sklerenchymatischen Zellen (Steinzellen) und die Bastzellen nehmem eine lebhafte gelbe Farbe an. Nur die Siebröhren bleiben intact. Der Sitz des Quercitrons scheint, nicht ausschliesslich, aber vorwiegend in den parenchymatischen Elementen der Mittel- und Innenrinde sich zu befinden. — Die quercitrinreichen Bastparenchymzellen haben eine mittlere Breite von 0.022 Millim. Von gleicher Breite sind auch die krystallführenden, den Bastzellen dicht anliegenden Parenchymzellen. Sie unterscheiden sich von jenen durch ihre viel geringere Länge. Die Breite der Siebröhren misst im Mittel 0.044 Millim. Die Steinzellen haben etwa die doppelte bis dreifache Breite der Bastzellen. Die Bastzellen sind 0.732—1.574 Millim. lang, im Mittel 0.024 Millim. breit. Die krystallführenden Parenchymzellen legen sich in ganzen Reihen mit ihren convexen Grenzflächen so dicht an die Bastzellen an, dass die Wände der letzteren stellenweise wellenförmig contourirt erscheinen.

Nach Bancroft giebt die Rinde mit Wasser ausgezogen mehr als acht Procent Extract.

Der wesentliche Bestandtheil des Quercitrons ist das von Chevreul entdeckte Quercitrin. Nach Hlasiwetz's Untersuchungen ist dieser Körper ein Glycosid von der Zusammensetzung $C_{66}H_{30}O_{34}$, welches sich beim Kochen mit verdünnten Mineralsäuren in eine dem Mannit ähnliche Zuckerart, Isodulcit ($C_{12}H_{14}O_{12}$) und in Quercetin ($C_{54}H_{18}O_{24}$) spaltet. Das Quercitrin ist ein schwefelgelber, rhombisch krystallisirender, in Alkohol leicht, in Wasser schwer löslicher, in Aether beinahe unlöslicher Körper, der durch Eisenchlorid dunkelgrün gefärbt wird. Das Quercetin, nicht krystallisirbar, hat ein stärkeres Färbungsvermögen als das Quercitrin.

Im Handel erscheint das Quercitron, wie schon oben angeführt

wurde, in fein zerkleinertem Zustande. Obgleich *Quercus tinctoria* in Mitteleuropa ganz gut fortkommt, und in einigen Gegenden Deutschlands und des südlichen Frankreichs auch gezogen wird, kommt das ganze Quercitron des Handels bis jetzt blos aus Nordamerika. Nach den Stapelplätzen dieser Waare unterscheidet man die Sorte von New-York, Baltimore und Philadelphia. Die letztgenannte gilt als die beste. — In neuerer Zeit kommt ein durch Kochen der Rinde mit verdünnter Schwefelsäure erhaltenes quercetinreiches Extract des Quercitrons im Handel unter dem Namen Flavin vor. Es bildet eine braune, pulverige Masse, soll das sechzehnfache Färbungsvermögen der Rinde besitzen und färbt reiner Gelb als Quercitronrinde [1]).

Das Quercitron findet eine ausgedehnte Anwendung in der Färberei, und soll in Nordamerika auch zum Gerben verwendet werden.

4. Weidenrinde.

Die Weidenrinden werden seit alter Zeit in Russland zum Gerben angewendet. Das russische Juchtenleder ist durchwegs mit diesem Material gegerbt. Den eigenthümlichen Geruch und die Geschmeidigkeit verdankt dieses Leder indess nicht der Weidenrinde, sondern dem Birkentheer (Juchtenöl), womit es eingerieben wird.

Die ersten genauen Angaben über die Weidenrinde als Gerbmaterial gab schon Pallas in seiner Flora rossica [2]). Auch Blasius erwähnt derselben [3]). In neuerer Zeit wird auch in Deutschland viel Weidenrinde gewonnen, die besonders zur Herstellung feiner, leichter Ledersorten (Saffianleder) benutzt wird. So verarbeiten z. B. die Stuttgarter Gerbereien viel von jenen Weidenrinden, welche als Nebenproduct der Korbweidennutzung im Neckarthale gewonnen werden [4]).

Nicht alle Weidenarten geben gleich gute Gerberrinden. Die salicinreichen, und deshalb zu medicinischem Gebrauche sich empfehlenden Weiden, z. B. *Salix purpurea L.*, und die ihr nahestehenden *S. rubra Huds.*, *S. helix L.*, sind arm an Gerbstoff und zur Lederbereitung nicht passend. Hingegen eignen sich die Bruchweiden (*Salix alba L.*, *fragilis L.*, *pentandra L.*), die Saalweiden (*Salix caprea L.*, *S. cinera L.*) und die Korbweiden (*S. viminialis L.* und verwandte Arten) hierzu ganz gut. — In Russland werden vorwiegend *Salix caprea* und *pentandra*, in einigen Gegenden, z. B. in Arsamas (Gouv. Nischnei-Nowgorod) *Salix arenaria L.* zum Gerben verwendet.

---

1) S. Bolley, Technologie der Spinnfasern. Braunschweig 1867. p. 64.
2) I. p. 47 und II. 2. p. 162 ff.
3) Reise in Russland I. p. 91.
4) Neubrand l. c. p. 219.

Die Weidenrinde wird von jungen meist 2—4jährigen Trieben im Frühlinge abgezogen, und rasch getrocknet. Die Stücke haben Meterlänge und darüber, sind 1—3 Centim. breit und 1—2 Millim. dick. Selbst trocken sind die Weidenrinden ziemlich biegsam und bei weitem nicht so spröde als Eichenspiegelrinde, vielmehr zähe. Der Querbruch ist theils faserig, theils blätterig. Innen sind die Weidenrinden stets glatt, zimmtbraun oder eigelb, aussen längs- oder querrunzelig, grünlich, röthlich, braun oder grün gefärbt. Der Geschmack ist bitter und adstringirend, Geruch fehlt.

Im anatomischen Baue zeigen die Weidenrinden untereinander eine grosse Uebereinstimmung. Die Aussenrinde wird von einem aus platten, bräunlichen Zellen bestehenden Periderm gebildet, welches bei Rinden junger Triebe häufig noch von der nach aussen derbwandigen, farblosen Epidermis bedeckt ist. Weder in der Mittel- noch in der Innenrinde finden sich sklerenchymatische Zellen vor. Die Mittelrinde wird von einem Parenchym gebildet, welches in radialer Richtung meist nur 6—8 Zellreihen fasst und dessen Zellen theils Chlorophyll und Stärke, theils Krystallaggregate von oxalsaurem Kalk führen. Die äussere Partie der Mittelrinde trägt einen entschieden collenchymatischen Character. Die Innenrinde ist von sehr schmalen, nur eine Zelle breiten Markstrahlen durchsetzt und gliedert sich zonenweise in Bastbündel und einem aus Bastparenchym und Siebröhren (A. Vogl) [1]) bestehenden Gewebe. Die Bastzellen sind dickwandig, von sehr schmalem Querschnitt, da dessen Durchmesser blos 0.007—0.011 Millim. misst. Die zwischen den Bastbündeln sich einschiebenden Parenchymzellen führen häufig oxalsauren Kalk. Alle parenchymatischen Zellen der Weidenrinde führen eisengrünenden Gerbstoff (bis zu 13 Proc.).

Die wesentlichen Bestandtheile der Weidenrinden sind Salicin und Gerbstoff. Nach Erdmann beträgt die Menge des ersteren höchstens etwas über drei Procent.

5. Birkenrinde.

In den Nordländern Europa's wird die Birkenrinde seit alter Zeit her zum Gerben verwendet, wie u. A. Pontoppidan's Berichte aus dem vorigen Jahrhundert lehren [2]). Auch jetzt noch bildet diese Rinde eines der wichtigsten Gerbmateriale des europäischen Nordens, z. B. Finnlands [3]). Aber auch in einigen Gegenden Deutschlands, z. B. in

---

1) Commentar zur österr. Pharmakopoe. Wien 1869. p. 236.

2) Norwegen I. p. 249.

3) Offic. österr. Bericht über die Pariser Ausstellung (1867). V. p. 345.

den Rheingegenden, wird Birkenlohe gewonnen, welche theils blos als Schwellbeize, theils zum Gerben selbst verwendet wird[1]. — Eine noch wichtigere Verwendung als zum Gerben findet die Rinde der Birke zur Darstellung von Birkentheer (Birkenöl, Juchtenöl, Döggut), welcher bekanntlich zum Einschmieren des russischen Juchtenleders dient, und dieser Ledersorte seinen eigenthümlichen Geruch verleiht. Dieser wichtige Handelsartikel ist früher nur in Russland dargestellt worden. In neuerer Zeit hat man auch in Deutschland und Oesterreich mit dessen Fabrication begonnen[2]. Die Birkenrinde findet auch noch anderweitige gewerbliche Verwendung, z. B. in Oesterreich als Ueberzug von sog. Naturmöbeln, in Norwegen zur Herstellung von Gefässen mannigfacher Art, zu Schuhen, zum Eindecken der Häuser u. s. w.[3].

Zu den genannten Zwecken wird in Europa *Betula alba*, in Nordamerika nach einer älteren von Burgsdorf herrührenden Angabe *Betula lenta L.* verwendet.

Die Birke wird in der Saftzeit geschält; der Process gelingt hier ungleich schwerer als bei den anderen zur Rindennutzung dienenden Bäume. Zur Gerbung eignet sich blos die innere (Mittel- und Innenrinde), zur Birkentheergewinnung blos die weisse, betulinreiche Aussenrinde.

Die Aussenrinde ist durch ihre feinblätterige Structur, durch ihre aussen kreideweisse, innen blass röthliche bis licht zimmtbraune Farbe, durch die der Quere über die Cylinderfläche der Rinde laufenden, etwa centimeterbreiten und millimeterhohen, tiefbraun gefärbten Lenticellen, leicht von allen anderen Rinden zu unterscheiden. Im Mikroskop gesehen besteht sie aus langen, der Quere nach gedehnten, schmalen, häufig lang zugespitzten, mit feinkörnigem Inhalt versehenen Zellen. Da sich der Zellinhalt in Alkohol löst, so ist nicht zu bezweifeln, dass er ganz oder vorwiegend aus Betulin (Birkenharz) besteht. — Mittel- und Innenrinde sind überaus reich an sklerenchymatischen Zellen. Alle Parenchymzellen der Rinde führen Gerbstoff (bis 7 Procent), der durch Eisenchlorid eine intensiv grüne Farbe annimmt. Die Sklerenchymzellen werden durch Kalilauge gelb, die parenchymatischen Zellen schön violett gefärbt.

Die Rinde enthält nach Gauthier über 46 Proc. Harz (Betulin) und 5.5 Proc. Gerb- und Gallussäure[4].

---

1) Gayer l. c. p. 586.

2) S. Zeitschrift des böhmischen Forstvereins Heft 37. p. 44 und Wessely im österr. offic. Bericht über die Pariser Ausstellung. V. p. 457.

3) S. Wessely l. c. und Schübler; Die Culturpflanzen Norwegens p. 69.

4) Hartig l. c. p. 322.

6. Fichtenrinde.

Unter den Rinden der Nadelhölzer wird die von der Fichte *(Abies excelsa Lam.)* abstammende in Europa, die von *Abies alba Mill.* und *A. canadensis Mich.* kommende in Nordamerika am häufigsten zum Gerben verwendet[1]. Nach übereinstimmenden Urtheilen liefert die Lärche eine bessere Gerberrinde als die Fichte, erstere wird jedoch viel seltener geschält, und es bildet die Lärchenrinde nur einen unerheblichen Handelsartikel. Es scheint die Lärchenschälung gegenwärtig nicht zu rentiren.

Nach Th. Hartig[2] sollen 60—80 Jahr alte Fichten die beste Rinde geben. Stämme dieses Alters sind jedoch schon mit starken Borkekrusten bedeckt, und man kann sich wohl leicht davon überzeugen, dass jüngere, nur von Periderm bedeckte Rinden reicher an Gerbstoff sind, also sich hier ein ähnliches Verhältniss wie bei der Eiche zeigt. Wohl mag es aber für den Forstmann am gewinnreichsten sein, die Fichtenrinde von älteren Stämmen zu gewinnen. Die Entrindung der Stämme erfolgt zur Saftzeit. Im Gebirge wird die Fällung der zu entrindenden Stämme im Sommer vorgenommen. Die Stämme werden in Sägeklötze von üblicher Länge getheilt, und von jedem Stammstück die Rinde, nachdem ein Längsschnitt durch den Rindenkörper gemacht wurde, in einem Stück losgetrennt.

Gute Fichtenrinde ist aussen hell rothbraun, stellenweise mit noch gut erkennbaren, von den abgefallenen Nadeln herrührenden Narben versehen, innen heller gefärbt, von faseriger Textur. Der Geschmack ist adstingirend, nebenher aromatisch, der Geruch eigenthümlich.

Die Aussenrinde besteht aus braunen, trockenen, tangential abgeplatteten Zellen. Die Mittelrinde, von weiten, häufig harzführenden Intercellularräumen (Harzgängen) durchsetzt, besteht aus dünnwandigen Zellen, die zumeist mit Chlorophyllkörnern und Stärke, seltener mit einer braunen, harzigen Masse erfüllt sind. In den braunen Zellen finden sich oft prismatische Krystalle von oxalsaurem Kalk vor. Die Innenrinde besteht aus schmalen, 0.012—0.017 Millim. im Durchmesser haltenden, relativ dünnwandigen Bastzellen, zwischen welchen sich in ziemlich regelmässiger, tangentialer Anordnung ein Bastparenchym einschiebt, welches aus weiten, dünnwandigen, mit braunem, harzigen Inhalte versehenen Zellen besteht. Im braunen Inhalte jeder dieser Zellen sind zahlreiche kurze Prismen von oxalsaurem Kalk eingestreut. Die durch die Innenrinde ziehenden Markstrahlen sind schmal, bestehen meist nur aus einer bis zwei Zellreihen. Alle histologischen Elemente der Fichtenrinde — selbst die Bastzellen —

---

1) André-Michaux l. c. I. p. 135 und p. 143.

2) l. c. p. 24.

führen eisengrünenden Gerbstoff. In den krystallfreien Parenchymzellen tritt er in grosser Menge auf. Die Gerbstoffmenge beträgt im Mittel 8 Proc.

7. Quillajarinde.

In Chili wird seit alter Zeit die Rinde eines Baumes, welcher dort *Quillaj* genannt wird, zum Waschen benutzt[1]. Die Rinde wird durch Stampfen zerkleinert, mit kaltem oder besser mit warmen Wasser ausgezogen, wodurch man eine beim Schütteln stark schäumende Flüssigkeit erhält, welche, wie die Abkochung der Seifenwurzeln, zum Reinigen von Zeugen verwendet werden kann.

Der genannte Baum ist von Molina als *Quillaja saponaria* beschrieben worden. Er kommt wildwachsend in Chili, Peru und Bolivia vor.

Seitdem man erkannt hat, dass die Rinde dieses Baumes noch saponinreicher als die Arten der Seifenwurzeln sind, hat man versucht, sie industriell zu verwerthen. Im deutschen Handel kommt sie allerdings schon vor, aber trotz ihrer ausgezeichneten Verwendbarkeit nur in geringen Mengen, da sie in den Ländern des directen Importes (England und Frankreich) zum grössten Theile rasch consumirt wird. Im Handel führt sie den Namen Seifen-, Quillaja- oder Panamarinde.

Diese Rinde erscheint im Handel entweder in schweren, tafelförmigen Stücken, oder in Form dünner Spähne, endlich als eine sägemehlartige Masse. Die natürlichen Rindenstücken haben eine Länge bis zu einem Meter, und eine Dicke von 2—7 Millim. Die Stücke sind nur wenig gekrümmt, aussen braun, borkig, innen gelblich, von dichtem Gefüge. Hält man eine radiale Schnittfläche gegen das Licht, so sieht man schon mit freiem Auge zahlreiche glitzernde Körperchen, die bei mikroskopischer Beobachtung sich als grosse prismatische Krystalle von oxalsaurem Kalk erweisen. Die Menge der Krystalle ist eine ausserordentlich grosse. Die Asche dieser Rinde ist fast nur ein Haufwerk von Krystallformen[2], eine Eigenthümlichkeit, welche sich benutzen lässt, um grobe Verfälschungen der Quillajarinde nachzuweisen.

Die Rinde zeigt ein sehr dichtes Gefüge. Auf dem Querschnitt erscheint sie quadratisch gefeldert, indem die einzelnen scharf abgegliederten Bastzonen von zahlreichen sehr deutlich ausgesprochenen

---

1) Molina, Naturgeschichte von Chili. Deutsch von Brandis. Leipzig 1786. p. 150.

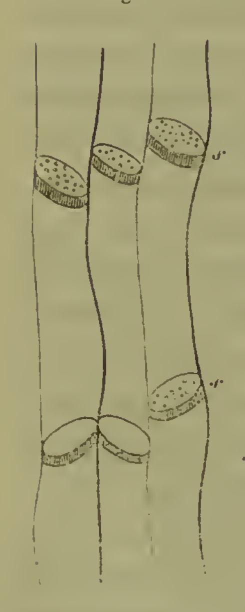
2) Vgl. oben im Capitel Fasern die Angaben über die Krystallformen in der Asche.

Markstrahlen durchsetzt werden. — Geruch ist an dieser Rinde nicht wahrzunehmen. Zerkleinert reizt sie beim Riechen, ihres Saponingehaltes wegen, zum Niesen. Der Geschmack ist anfänglich süsslich, später brennend.

Die anatomischen Verhältnisse dieser Rinde sind in ihren Hauptzügen von A. Vogl zuerst dargelegt worden. Einige werthvolle Details sind später von Rob. Schlesinger aufgefunden worden[1]. — Die Quillajarinde besteht aus der häufig mit Borke überdeckten Innenrinde des Stammes der *Quillaja saponaria* und setzt sich aus zonenweise wechselnden Schichten von mit Siebröhren durchsetzten Bastparenchym und Bastbündeln zusammen, die von deutlichen Markstrahlen seitlich begrenzt sind.

Das Bastparenchym besteht theils aus dünn-, theils dickwandigen Elementen. Erstere messen in tangentialer und radialer Richtung 0.013—0.029 Millim., ihre Höhe steigt von 0.05—0.16 Millim. Ihre Wände werden durch Jod und Schwefelsäure fast gar nicht gefärbt, aber auch nicht durch schwefelsaures Anilin. Durch Wasser oder verdünnten Alkohol lassen sich diese Zellen aus dem Verbande bringen. Im Inhalte dieser Zellen finden sich theils die schon oben erwähnten Krystalle von oxalsaurem Kalk, die stets den ganzen Innenraum der bewohnten Zelle erfüllen, theils Stärkekörnchen, deren Längendurchmesser 0.0021—0.0063 Millim. beträgt. Die dickwandigen Bastparenchymzellen sind inhaltslos, ihre Membranen, wie die Reaction mit schwefelsaurem Anilin zeigt, verholzt, und enthalten, wie Schlesinger zeigte, ein Chromogen, das nach Einwirkung von Säuren in eine rothe oder rothbraune Substanz übergeht. Die Siebröhren der Quillajarinde sind von A. Vogl entdeckt worden. Sie treten, am deutlichsten nach Behandlung der Schnitte mit Kalilauge und Ausfärben mit Cochenillelösung, als ziemlich lange, von callösen Verdickungen quer durchsetzte Röhren hervor.

Fig. 62.



Siebröhren aus der Quillajarinde. *s s* Siebplatten. (Nach A. Vogl).

Die Bastzellen der Quillajarinde, 0.32—1.7 Mm. lang, sind höchst unregelmässig gestaltet, und fast völlig verdickt. Runde und spaltenförmige Poren treten an diesen Zellen oft in ganzen Reihen auf. Jod und Schwefelsäure färben die Bastzellen blass gelb. Letztere sind stark verholzt, da sie durch schwefelsaures Anilin inten-

---

1) A. Vogl, Commentar zur österr. Pharmakopoe I. p. 238. R. Schlesinger in: Wiesner, Mikr. Untersuchungen p. 94 ff.

siv gelb gefärbt werden. Durch Mineralsäuren (Salzsäure, Schwefelsäure) werden die Wände der Bastzellen anfänglich rosenroth, später dunkelroth gefärbt. Das Chromogen der Quillajarinde hat mithin seinen Sitz in den Wänden der Bastzellen und der dickwandigen Bastparenchymzellen.

Die Markstrahlen werden von Zellen gebildet, die in radialer Richtung 0.07—0.12, in tangentialer Richtung 0.014—0.027 Millim. messen. Wie das Bastparenchym, bestehen auch die Markstrahlen theils aus dünn-, theils aus dickwandigen Zellen, welche nach R. Schlesinger sowohl in Bezug auf Inhalt, als chemische Beschaffenheit der Zellwände mit den dünn- und dickwandigen Zellen des Bastparenchyms übereinstimmen.

Ueber den Sitz des Saponins in der Quillajarinde sind die Ansichten noch getheilt. Nach Vogl kommt dieser Körper in formlosen Klumpen im Inhalte aller parenchymatischen Elemente der Rinde vor. Schlesinger bezeichnet wohl auch diese Zellen als Träger des Saponins; nach ihm sind es aber die Zellwände, und wie es scheint besonders die älteren, äusseren Partien derselben, in welchen das Saponin zu suchen wäre.

In chemischer Beziehung ist über die Quillajarinde kaum mehr bekannt, als dass sie Saponin enthält. Durch mikrochemische Analyse wurde darin auch noch Cellulose, Stärke, Holzsubstanz, oxalsaurer Kalk und ein Chromogen aufgefunden, dessen Anwesenheit sich an der Rinde auch makroskopisch erweisen lässt. Wenn nämlich die zerkleinerte Rinde mit Salzsäure befeuchtet wird, so färbt sie sich anfänglich gelb, dann grün und schliesslich rothbraun. Mit Schwefelsäure benetzt wird sie anfänglich rosenroth, später intensiv roth gefärbt. — Im lufttrockenen Zustande führt die Rinde 6—8 Proc. Wasser. Im feuchten Raume nimmt ihr Wassergehalt bis auf 20 Proc. zu. Die wasserfreie Rinde liefert 4.3 Proc. Asche, über deren morphologische Verhältnisse schon oben berichtet wurde.

Der Bestandtheil, welcher der Quillajarinde die Eigenschaft ertheilt, schäumende, in der Wirkung mit Seifenlösung übereinstimmende Solutionen zu geben, ist das Saponin. Dieser Körper ist bis jetzt bereits in zahlreichen Pflanzen aus den verschiedensten Pflanzenfamilien aufgefunden worden. So in den Wurzeln zahlreicher Caryophyllinéen, namentlich in der gemeinen und egyptischen Seifenwurzel; in den Früchten und Samen vieler Sapindaceen, besonders in den Seifenbeeren; in den Rinden mehrerer Mimoseen u. s. w. Auch das Senegin der von *Polygala Senega L.* — einer nordamerikanischen Polygalee — abstammenden Senegawurzel scheint nichts anderes als Saponin zu sein. Aber in keinem Pflanzentheile hat man bis jetzt so reichliche

Mengen dieses Körpers aufgefunden, als in der Quillajarinde. — Das Saponin ($C_{32}H_{54}O_{18}$) ist nach Rochleders[1]) Untersuchungen ein Glycosid, welches durch verdünnte Mineralsäuren in das krystallisirende Sapogenin und in Zucker unter Wasseraufnahme zerlegt wird. Es ist eine amorphe, geruchlose, gleich dem Nicotianin zum Niesen stark reizende, anfänglich süsslich, später kratzend schmeckende Substanz; es wirkt giftig, erweitert die Pupille und liefert Lösungen, welche geschüttelt noch schäumen, wenn darin auch nur 0.1 Proc. der Substanz enthalten ist.

Die Quillajarinde wird ähnlich wie die in später folgenden Capiteln abzuhandelnden Seifenwurzeln und Seifenbeeren zum Waschen feiner, besonders gefärbter Zeuge verwendet. Die aus der Quillajarinde, den Seifenwurzeln und Seifenbeeren bereiteten Lösungen des Saponins reagiren neutral und werden namentlich dann mit Vortheil zum Waschen angewendet, wenn die Farben der zu reinigenden Zeuge das Waschen mit den alkalisch reagirenden Seifenlösungen nicht vertragen.

In neuester Zeit hat man versucht ein aus Quillajarinde bereitetes festes Extract in den Handel zu bringen, welchem man den Namen Panamin gegeben hat.

8. Die Zimmtrinden.

Im Handel unterscheidet man drei, schon in den äusseren Eigenschaften sehr verschiedene Arten von Zimmtrinden, nämlich den Ceylon-Zimmt, die Zimmtcassie und die Holzcassie. Alle drei Sorten sind Rinden von Bäumen aus der Familie der Laurineen.

1) Ceylon-Zimmt. Die Pflanze, welche diese werthvollste aller Zimmtsorten liefert, ist *Cinnamomum zeylanicum Breyn.*, ein Baum, welcher mit grösster Sorgfalt auf der südwestlichen Küste von Ceylon cultivirt wird. Man zieht diesen Baum auch in Indien auf den Sundainseln, in Westindien und auf vielen Puncten Südamerikas. Aber bis jetzt hat kein einziges dieser Culturgebiete ein so ausgezeichnetes Product als Ceylon geliefert, obschon man an den genannten Orten nicht mindere Sorgfalt der Cultur des Baumes und der Behandlung der abgeschälten Rinde zuwendet. Es scheinen die klimatischen Verhältnisse und der ausserordentlich kieselsäurereiche Boden der ceylonischen Zimmtgärten von entscheidendem Einfluss auf die Güte der dort gewonnenen Zimmtrinde zu sein.

Die Zimmtgärten Ceylons liegen um Columbo, Negumbo und Matura; ihre Gesammtfläche misst etwa eine geographische Quadratmeile. Die Zimmtbäume werden durch Samen vermehrt. Schon nach 2—3 Jahren

1) Sitzungsberichte der Wiener Akademie Bd. 56. 2. p. 97.

kann von den Bäumchen Zimmt gewonnen werden. Wird die Pflanze stämmiger, so behandelt man sie in ähnlicher Weise wie bei uns die Korbweide, man köpft sie. So zwingt man den Hauptstamm einen ganzen Busch von Trieben zu bilden. Die oberen Enden der aus der Mitte dieses Busches herausgenommenen Ruthen liefern die feinste Sorte des Zimmts. Da die Erfahrung gelehrt hat, dass die Rinde von Trieben älterer Bäume nicht mehr so werthvoll ist, als die von Ruthen jüngerer Individuen herrührende, so lässt man die Bäume nicht alt werden, sondern erneuert sie durch Sämlinge von Zeit zu Zeit. — Die Köpfung wiederholt man in Zeiträumen von anderthalb Jahren. Die Triebe haben dann eine Länge von 2—3 Meter und eine maximale Dicke von 1—2 Centimeter. Die Abnahme der Rinde geschieht nach der Regenperiode des Frühlings, wenn noch die Reservestoffe angelagert sind und die Neubildungen des Cambiums beginnen. In dieser Zeit lässt sich die Rinde leicht vom Stamme ablösen. An den Trieben werden in Entfernungen von etwa einem Meter kreisförmige Einschnitte gemacht, die man durch einen einzigen Längsschnitt miteinander verbindet und nunmehr die Rinde mit Hülfe dünner Messerklingen rundum ablöst. Gewöhnlich gelingt die Loslösung ohne jede Kraftanstrengung. Sitzt die Rinde fest am Holze auf, so hilft man durch Klopfen, ähnlich wie bei der Gewinnung der Eichenspiegelrinde, nach. Die Abtrennung der Aussenrinde nimmt man stets erst nach der Ablösung des ganzen Rindenkörpers und zwar in der Weise vor, dass man die bereits etwas eingetrocknete Rinde auf einen harten, cylindrisch geformten Stock auflegt und mit Messern abschabt. Der von der verkorkenden Aussenrinde befreite Bast hat im frischen, saftigen Zustande eine weissliche Farbe, nimmt aber gleich beim Eintrocknen die characteristische Zimmtfarbe an. — Wenn sich in den Monaten November oder December ein stärkerer zweiter Safttrieb einstellt, kann auch in dieser Periode Rinde geerntet werden. Diese zweite Ernte ist aber stets weniger ergiebig und liefert auch ein geringeres Product.

Die Zimmtrollen des Ceylon-Zimmtes bestehen, wie man sich leicht überzeugen kann, aus mehreren ineinander gelegten Rindenstücken. Gewöhnlich rollt man 8—10 Baststücke zusammen und lässt sie hierauf im Schatten eintrocknen. Im Handel erscheint der Ceylonzimmt in sogenannten Fardelen. Es sind dies Bündel von Zimmtrollen im Gewichte von etwa 50 Kilogramm.

Die reichlichen, bei der Zimmtgewinnung sich ergebenden Rindenabfälle, werden in Columbo zur Erzeugung von Zimmtöl verwendet. Das Holz des echten Zimmtbaumes enthält allerdings auch Zimmtöl, aber in so geringer Menge, dass dessen Gewinnung nicht verlohnen würde. Hingegen wird das ätherische Oel der Blätter des Zimmt-

baumes gewonnen. Dieses Zimmtblätteröl kommt aber im Geruche mehr mit dem Gewürznelken- als mit dem Zimmtöle überein.

Die Menge des jährlich auf Ceylon geernteten Zimmts beläuft sich auf 500,000 Kgr. Aus den Abfällen sollen in Columbo jährlich etwa 400 Flaschen Zimmtöl erhalten werden.

Schon durch die äusseren Eigenschaften unterscheidet sich der Zimmt von Ceylon sehr auffällig von den übrigen Zimmtsorten des Handels. Er bildet etwa meterlange, etwas platte, etwa centimeter dicke Cylinder, welche aus 8—10 dicht aneinander liegenden Rindenstücken so zusammengesetzt sind, dass eine Doppelröhre entsteht, von welcher jede Hälfte spiralig eingerollt ist. Die beste Vorstellung von dem Bau einer Doppelröhre des Ceylonzimmtes erhält man, wenn man sich einige genau übereinander liegende Bogen Papier von zwei parallelen Rändern aus nach der Mitte hin zusammengerollt vor Augen hält. Die an der Zusammensetzung dieser characteristischen Doppelröhren Antheil nehmenden Rindenstücke haben nur eine Dicke von 0.25—0.50 Millim. Die convexe Fläche entspricht der äusseren, die concave der inneren Seite der natürlichen Rinde. Die Aussenseite ist heller braun gefärbt als die Innenseite, erstere ist, wenigstens stellenweise, glänzend, letztere matt. An der Aussenfläche erkennt schon das freie Auge lichter gefärbte, meist der Längsrichtung ziemlich genau folgende Streifen, welche den Bastbündeln der Zimmtrinde entsprechen. Die Innenseite erscheint dem freien Auge homogen. Hier und dort liegen die Bastbündel in gekrümmter Lage, namentlich in der Nähe von kleinen Narben oder Löchern, die selbst den besten Sorten von Zimmtrinden nicht fehlen und die den Auszweigungsstellen der Gefässbündel ihr Entstehen verdanken. Die Innenfläche ist stets etwas unregelmässiger gestaltet als die Aussenfläche, nicht selten ist sie, wenigstens stellenweise, sogar etwas höckerig. — Der Ceylonzimmt ist brüchig. Die Querbruchflächen sind etwas faserig und von zahlreichen weisslichen Bastbündelfasern durchsetzt. — Von allen Zimmtrinden zeichnet sich diese Sorte durch einen besonders feinen aromatischen Geruch und intensiven gewürzhaften, nebenher süssen und etwas schleimigen, nie zusammenziehenden oder herben Geschmack aus.

Vom anatomischen Standpuncte betrachtet ist der Ceylonzimmt vorwiegend, manchmal ausschliesslich Innenrinde. Die Aussenrinde der Zimmtruthen wird bei der Zubereitung der Handelswaare stets gänzlich, die Mittelrinde grösstentheils, manchmal vollständig beseitigt. Der etwa noch vorhandene Rest der Mittelrinde besteht aus 1—3 Reihen bräunlicher, dünnwandiger, meist aufgerissenen Parenchymzellen. Hieran schliesst sich ein, keiner ceylonischen Zimmtrinde

fehlender, bereits der Region der Innenrinde angehöriger, völlig geschlossener Ring eines dichten Gewebes, welches vorwiegend aus tangential stark gestreckten, in dieser Richtung etwa 0.95 Millim. messenden sklerenchymatischen Zellen (sogenannte Steinzellen) besteht, zwischen welche sich kleine, nach Aussen etwas vorspringende Bastzellenbündel einschieben. Hieran schliesst sich, nach dem Innern zu, eine Zone von dünnwandigen Parenchymzellen, von welchen die Markstrahlen in sich rasch verschmälernden Zügen ausgehen. An der Innengrenze der Rinde bestehen die Markstrahlen blos aus zwei Zellen. In dem durch die Markstrahlen einerseits, durch die Parenchymzone andererseits abgegrenzten Raume stehen grosse Schleimzellen, kleine Gruppen von Steinzellen, vereinzelte oder in kleinere, theils tangentialen, theils radialen Reihen angeordnete Bastfasern, endlich Siebröhren, welche von A. Vogl entdeckt wurden[1]. — Die Zellen der Mittelrinde und auch die Parenchymzellen der Innenrinde führen Stärkekörnchen. Selbst in den Sklerenchymzellen findet man hin und wieder Amylum. Im Vergleiche zur Zimmtcassie ist aber die Stärkemenge hier nur eine geringe. — Bemerkenswerth ist die starke Aufquellung, welche Querschnitte des Ceylonzimmtes erfahren, wenn sie in's Wasser gebracht werden.

Mit einer scharfen Loupe betrachtet erkennt man den Steinzellenring als helle, etwa den sechsten Theil der Dicke der Rinde einnehmende Zone. Die Markstrahlen erscheinen hierbei nur sehr undeutlich.

2) Zimmtcassie (gemeiner oder chinesischer Zimmt). Es ist dies die Rinde von *Cinnamomum Cassia Bl.*, einem im südlichen China und in Cochinchina wildwachsenden Baume, welcher hier, ferner auf den Sundainseln[2], an der Malabarküste und auch auf Ceylon[3] cultivirt wird. Die grösste Menge von Zimmtcassie kommt aus Annam in Cochinchina; aber auch das südliche China, namentlich die Provinzen Kwangsi und Yunnan, liefern erhebliche Quantitäten, nämlich 240,000 Kilogr. im Jahre[4]. Die von Malabar und Ceylon in den Handel gesetzte Cassie steht nach den Berichten über die österreichische Expedition nach Ostasien gegen die Sorten von China zurück. Auch die Zimmtcassie der Sundainseln ist ein geringes Product, welches nach Miquel nicht selten mit den Rinden anderer daselbst wildwachsenden *Cinnamomum*-Arten verfälscht werden soll.

1) Com. d. öst. Pharm. I. p. 228.

2) Nach Miquel (Sumatra p. 73) kommt *Cinnamomum Cassia* auch auf Sumatra wildwachsend vor.

3) Fachmännische Berichte über die österr. Expedition nach Ostasien. Stuttgart 1872. p. 232 ff.

4) Fachmännische Berichte etc. p. 232 ff.

Die Gewinnung dieser Rinde erfolgt in der Zeit des Safttriebes. Die Rinden jüngerer Aeste werden durch zwei gegenüberliegende Längsschnitte verletzt. Nach vierundzwanzig Stunden lässt sich nicht nur die ganze Rinde mit geringer Kraft vom Stamme ablösen; es tritt gleichzeitig auch eine spontane Abtrennung der Aussenrinde ein, so dass die Herstellung der Handelswaare keinerlei Schwierigkeiten bereitet [1]). Die Loslösung der Aussenrinde erfolgt nicht immer sehr vollständig. An geringen Sorten haftet sie nicht selten aussen in Form einer grauen Schicht stellenweise an. Bei der Eintrocknung rollt sich die Zimmtcassie ein und bildet dann eine Röhre, deren Querschnitt entweder die Form eines Kreises oder einer wenig gewundenen Spirale hat. Schon hierdurch, aber auch durch die viel grössere Dicke, unterscheidet sich die Zimmtcassie sehr auffallend vom echten Ceylon-Zimmt.

Die Röhren der Zimmtcassie variiren sehr in der Länge. Ihre Querdurchmesser betragen gewöhnlich 1—1.5 Centimeter, die Dicke des Rindenkörpers 0.8—2 Millim. — Aussen ist die Zimmtcassien-Rinde mit etwas vorspringenden, den Nachbargeweben in der Farbe gleichkommenden Längslinien versehen, licht, innen dunkelbraun gefärbt. Sie ist hart und brüchig, im Querbruche nicht faserig. Der Geschmack der Zimmtcassie ist allerdings auch zimmtartig, aber nicht so fein und intensiv als der des Ceylonzimmtes. Neben dem gewürzhaften Geschmack macht sich auch noch ein etwas süsslicher und herber Geschmack bemerkbar.

Im anatomischen Bau weicht die Zimmtcassie beträchtlich vom Ceylonzimmt ab. Erstere besteht nämlich manchmal aus der ganzen Rinde von *Cinnamomum Cassia*; häufiger indess fehlt die Aussenrinde und sie setzt sich dann aus der sehr wohlerhaltenen Mittel- und Innenrinde der Stammpflanze zusammen. Schon dieser Umstand begründet den grossen Unterschied, der in den Mengen der Parenchymzellen zwischen echtem und gemeinen Zimmt besteht. — Die manchmal vorhandene Aussenrinde ist ein aus bräunlichen, an Inhaltsstoffen armen Zellen gebautes Periderm. Die reich entwickelte Mittelrinde besteht aus einem bräunlichen, parenchymatischen Grundgewebe, in welches grosse, mit geschichtetem Inhalte versehene Schleimzellen und Gruppen von Sklerenchymzellen eingebettet sind. An der Innenrinde erkennt man auf dem Querschnitt sofort zwei Zonen, eine äussere, vorwiegend sklerenchymatische und eine parenchymatische. Erstere besteht aus Gruppen von Steinzellen und Bastfaserbündeln, die jedoch reichlich von Parenchym in radialer Richtung durchbrochen sind. Die

---

1) Fachmännische Berichte etc. p. 232 ff.

parenchymatische Zone geht unmittelbar in die nach dem inneren Ende zu sehr schmalen, blos 1—3 Zellen breiten Markstrahlen über. Zwischen diesen und der Parenchymzone liegen die Baststrahlen, in welchen neben Bastparenchym und Bastzellen noch Siebröhren lagern, wie A. Vogl zuerst zeigte. Einzelne der Parenchymzellen, durch Grösse ausgezeichnet, führen nach ihrem Inhalte den Character von Schleim- und Oelzellen. In den parenchymatischen Elementen treten grosse Mengen von Stärkekörnchen auf, die zu 2—5 componirt sind und einen Längendurchmesser von 0.009—0.012 Millim. besitzen. Gleich gestaltete Stärkekörnchen von annähernd gleichen Dimensionen finden sich allerdings auch im Ceylonzimmt vor. Aber ihre Menge ist hier eine sehr geringe, bei der Zimmtcassie eine so grosse, dass man selbst an der gepulverten Waare auf Grund dieses Unterschiedes schon constatiren kann, ob die eine oder die andere Rinde vorliegt. Gepulverte Zimmtcassie ist so reich an Stärke, dass sie schon durch Jodlösung eine für das freie Auge erkennbare Bläuung annimmt, was bei gepulvertem Ceylonzimmt nicht der Fall ist. Auch ist, wie die Reaction mit Eisenchlorid zeigt, in der Cassiarinde der Gehalt an Gerbstoff ein weitaus grösserer als beim Ceylonzimmt.

3) Holzcassie. Diese Rinde ist die geringste aller im Handel vorkommenden Zimmtrinden. Man war früher der Meinung, dass sie von einem Baume abstamme, der sowohl von der Stammpflanze des echten als von jener des gemeinen Zimmtes verschieden ist, und die Linné als *Laurus Cassia* beschrieb. Neuere Untersuchungen haben jedoch herausgestellt, dass das die Holzcassie liefernde Gewächs nichts anderes als eine verwilderte Form des ceylonischen Zimmtbaumes ist, der von Ceylon nach dem indischen Festlande (Malabar, Bengalen) gebracht wurde.

Diese Zimmtsorte führt auch die Namen Holzzimmt, Malabarzimmt. Sie bildet mehrere Millim. dicke, unbedeckte, bräunliche Platten, oder 2—3 Millim. dicke, bedeckte oder unbedeckte Röhren. Im Geruch und Geschmack kommt sie der Zimmtcassie ziemlich nahe. — Im anatomischen Bau gleicht diese Rinde dem Ceylonzimmt, nur ist, da sie von älteren Stämmen abgelöst wurde, ihr Bast viel mächtiger als am Ceylonzimmt entwickelt. Durch den geschlossenen Ring von Sklerenchym- und Bastzellen, der die Innenrinde nach aussen hin abgrenzt, ist die Holzcassie leicht von der Zimmtcassie, mit der sie im äussern Ansehen viel Aehnlichkeit besitzt, zu unterscheiden. Da sie im Stärkegehalt mit dem Ceylonzimmt übereinstimmt, so ist eine Unterscheidung gepulverter Holzcassie von gepulverter Zimmtcassie leicht durchführbar. Schwieriger ist es die Holzcassie vom Ceylonzimmt zu unterscheiden, wenn beide in gepulverter Form vorliegen. Der Umstand, dass erstere

viel reicher an Schleimzellen ist als letztere, macht die Erkennung jeder einzelnen selbst in dieser Form möglich. —

Der werthvollste Bestandtheil der Zimmtrinden ist das darin enthaltene ätherische Oel. Das Zimmtöl, dargestellt aus dem echten Zimmt, ist ebensowenig ein chemisches Individuum als das aus der Zimmtcassie abgeschiedene Cassiaöl. Da beide Gemenge sind, kann es nicht befremden, dass sie in Farbe, Geruch, Geschmack, im Lichtbrechungsvermögen nicht übereinstimmen. Das ätherische Oel der Holzcassie ist noch nicht chemisch untersucht worden; doch dürfte es im Wesentlichen wohl denselben chemischen Character wie das Zimmtöl besitzen. Das Zimmtöl besteht der Hauptmasse nach aus Cinnamylwasserstoff (C_9H_8O), und Kohlenwasserstoff. Durch Sauerstoffaufnahme entstehen aus dem Cinnamylwasserstoff Zimmtsäure und Harz, die nie fehlende Bestandtheile älterer Zimmtöle bilden. — Die Menge des ätherischen Oels beträgt beim echten Zimmt 0.5—1, bei der Zimmtcassie 0.78—1.43 Proc. — Ausserdem finden sich in allen Zimmtrinden Cellulose, Stärke, Gummi, Huminkörper, Harz, Gerbstoff und Mineralbestandtheile vor.

Die Zimmtrinden dienen zur Darstellung von ätherischen Oelen, die in der Parfümerie angewendet werden.

Den Zimmtrinden werden häufig der weisse Zimmt, der Nelkenzimmt und die Winterische Rinde zugezählt. Sie finden eine, allerdings nur sehr beschränkte, technische Anwendung in der Parfümerie, weshalb sie hier nicht ganz übergangen werden dürfen.

Der weisse Zimmt (weisser Canel) ist die unbedeckte Rinde von *Canella alba Murr.*, einem auf den Antillen vorkommenden Baume aus der Familie der Canellaceen. Die Rinde bildet 3—5 Millim. dicke Röhren von 2—3 Centim. Durchmesser. Aussen sind sie licht bräunlich, innen weiss. Die Aussenfläche ist der Quere nach gerunzelt, die Innenfläche der Länge nach fein gestreift. Bruch faserlos, Geruch zimmtähnlich, Geschmack gewürzhaft, fast beissend. Das reich entwickelte Parenchym führt Stärke und citrongelbe Harzklumpen. Höchst characteristisch für diese Rinde ist der gänzliche Mangel an Bastzellen, auf den A. Vogl aufmerksam machte. Neben Bastparenchym führt die Innenrinde dieser Drogue noch Siebröhren, die in der trockenen Waare indess schwer nachweisbar sind.

Der Nelkenzimmt kommt aus Südamerika, wo er von den Stämmen einer baumartigen Laurinee, *Dicypellium caryophyllatum Nees*, abgelöst wird. Diese Drogue kommt in den Handel in Form von dicht zusammengerollten Röhren, welche einen Durchmesser bis zu drei Centimeter besitzen. Die Dicke der Stücke beträgt 1—2 Millim. Durch die tief nelkenbraune Farbe, durch den nelkenartigen Geruch

und Geschmack unterscheidet sie sich von allen anderen verwandten Rinden. Im anatomischen Bau zeigt der Nelkenzimmt grosse Aehnlichkeit mit der Rinde von *Cinnamomum zeylanicum*.

Die Winterische Rinde wird von *Cinnamodendron corticosum Miers*, einer Canellacee Jamaika's abgeleitet. In den Dimensionen stimmt diese Rinde mit dem weissen Canel überein. Durch die hellbraune, in's Röthliche geneigte Farbe, durch die Glätte der Oberfläche und durch die Anwesenheit von Bastzellen ist sie von dieser Drogue leicht zu unterscheiden. Der Geruch erinnert an Zimmt, der Geschmack ist jedoch minder angenehm, und fast scharf zu nennen.

9. Chinarinden.

Wenige Rohstoffe des Pflanzenreiches sind so umfassend, mit solcher Tiefe und Gründlichkeit bearbeitet worden, als die Chinarinden. Die hervorragendsten Pharmakognosten haben sich mit der genauen Erforschung und möglichst sicheren Characteristik jener grossen Zahl von Rinden des Handels beschäftigt, die man unter dem Namen Chinarinden zusammenfasst. Es ist durch diese Bestrebungen eine förmlich selbständige Literatur zu Tage gefördert worden, die nicht etwa blos einzelne Detailuntersuchungen enthaltende Abhandlungen, sondern auch den Gegenstand möglichst erschöpfende Werke aufweist.

Wenn nun auch die Chinarinden heute nicht mehr blos das Interesse des Pharmaceuten in Anspruch nehmen, sondern durch die fabrikmässige Erzeugung von Chininpräparaten diese Rohstoffe auch für technische Chemiker wichtig geworden sind, mithin deren Besprechung im vorliegenden Werke gerechtfertigt sein dürfte; so könnte es, ohne nähere Erklärung, doch befremden, dass einem so ausgedehnten und so gründlich durchforschten Gegenstande hier nur wenige Blätter gewidmet werden. Diese kurze, ich möchte sagen im Vergleich mit den meisten anderen Partien des Buches fast dürftige Behandlung der Chinarinden findet aber darin ihre Erklärung, dass dem Techniker eine bis in's kleinste Detail gehende Kenntniss dieses Gegenstandes keineswegs noth thut; da die Fabriken eben alle Rinden verarbeiten, aus denen sich Chinin darstellen lässt, und die nebenher in den Chinarinden auftretenden Substanzen ihn nur wenig interessiren. Anders verhält es sich mit der Abhandlung dieses Gegenstandes in einem pharmaceutischen Werke. Es schreiben die Pharmakopoeen der einzelnen Länder die Benutzung nur bestimmter Chinarinden vor; die Erkennung und Unterscheidung dieser Sorten von den anderen Chinarinden des Handels, und da die Chinarinden unmittelbaren Rohstoff zur Erzeugung von Medicamenten bilden, die genaue Kenntniss ihrer chemischen Natur, sind für den Pharmaceuten von hoher Wichtigkeit. Für die

Zwecke, welche das vorliegende Werk anstrebt, dürfte eine kurze histologische und chemische Schilderung der Chinarinden im Allgemeinen und eine Characteristik der besten und geringsten Sorten genügen [1].

Die Chinarinden sind in Europa seit der Mitte des siebzehnten Jahrhunderts bekannt. Die erste Kenntniss der Chinarindenbäume verdankt man dem berühmten französischen Astronomen de la Condamine. Heute kennt man an 27 baum- und strauchartige Gewächse, welche Chinarinden des Handels liefern und die als ebensoviele Species des Genus *Cinchona L.* aufgefasst werden, wenn auch ihre botanischen Charactere nicht besonders scharf ausgeprägt sind, und viele dieser Formen in einander übergehen. Etwa 20 Arten von *Cinchona*, die ausser der genannten noch existiren, liefern keine Chinarinden.

Die Cinchonen sind Bewohner der tropischen Urwälder der Cordillerenkette. Die Arten, welche chininhaltige Rinden liefern, sind über Bolivien, Peru, Ecuador und Columbien verbreitet. — Die ausserordentlich starke Nachfrage nach Chinarinde hat ein barbarisches Gewinnungsverfahren, nämlich die Fällung der Bäume zur Folge gehabt. Wenn nun auch heute die Abrindung der Bäume vorsorglicher betrieben wird und mithin keine Gefahr mehr vorhanden ist, es könne eine Ausrottung der Chinarindenbäume eintreten; so muss doch die Anpflanzung der genannten Bäume in Ostindien, auf Ceylon, Java, in Neusüdwales etc. als eine grosse Errungenschaft angesehen werden, da nunmehr grosse Preiserhöhungen der Chinarinden nicht mehr zu besorgen sind.

Gewinnung der Rinden. Die Sammlung der Chinarinden ist ein beschwerliches Geschäft, welches in den schwer zugänglichen südamerikanischen Urwäldern nur von halbwilden Indianern betrieben wird. Die Cascarilleros (Rindensammler) entfernen mit säbelartigen Messern die Schling- und Schmarozerpflanzen, welche die Stämme der Chinabäume bedecken, machen in die Rinde verticale und horizontale Einschnitte mittelst Meisel, und stemmen entweder die Rinde ab, oder bringen sie durch Klopfen mittelst Schlägel zur Loslösung. Es werden entweder nur die Stammrinden so weit abgenommen als

---

[1] Ich folge in dem nachfolgenden Abschnitte vorwiegend Flückiger's trefflicher Bearbeitung der Chinarinden in dessen Pharmakognosie Die wichtigsten Werke über Chinarinden sind:

Weddel, Histoire naturelle des Quinquinas. Paris 1849.

Karsten, Die Chinarinden Neugranadas. Berlin 1858.

Karsten, Flora Columbiae. Berlin 1858—69.

Howard, Illustr. of the Nueva Quinologia of Pavon. London 1862.

Berg, Die Chinarinden der pharmakogn. Sammlungen Berlins. Berlin 1858.

A. Vogl, Die Chinarinden der Wiener Sammlungen. Wien 1867.

sie erreichbar sind, oder aber die Bäume gefällt und die Rinde von Stamm, Aesten und Zweigen losgelöst. Damit die flüssigkeitsreiche Rinde nicht schimmle ist es nöthig, sie, je nach der Saftmenge, entweder langsam oder rasch über Feuer oder an der Sonne zu trocknen. Gut getrocknete Rinden haben ihre ursprüngliche blassgelbe Farbe verloren und nehmen eine gelbe, rothe oder braune Farbe an. Allzu starke Trocknung vermindert den Gehalt an Alkaloïden.

Wie das Aussehen der käuflichen Chinarinden lehrt, wird die Aussenrinde entweder abgenommen oder nicht. Junge Zweigrinden sind stets von einer Korkschicht bedeckt. Aeltere, z. B. Stammrinden, werden entweder entkorkt, wenn sie eine reichliche und leicht ablösbare Korkschicht besitzen, im entgegengesetzten Falle aber unabgeschabt in den Handel gebracht. Da das Schaben nicht immer sorgfältig ausgeführt wird, und hierbei nicht nur die Aussenrinde beseitigt, sondern erwiessenermassen oft auch ein grösserer oder geringerer Theil der Mittelrinde, in welcher die Alkaloïde ihren Sitz haben, entfernt wird, so sind sogenannte »bedeckte« Rinden eine zuverlässlichere Waare als »unbedeckte«.

In neuerer Zeit sammelt man auch die Wurzelrinden, seitdem man nämlich auch in ihnen Alkaloïde aufgefunden hat. Im Allgemeinen sind die Wurzelrinden ärmer an Chinin als die Stammrinden; doch kennt man auch Chinchonen, bei welchen gerade das umgekehrte Verhältniss statt hat, so z. B. die auf Java cultivirte *C. Pahudiana*. Die getrockneten Rinden werden gewöhnlich nach der Grösse sortirt, und in Suronen oder Kisten verpackt dem Handel übergeben.

Aeussere Kennzeichen der Chinarinden. Im frischen Zustande sind alle Chinarinden weisslich oder gelblich gefärbt. Beim Trocknen geht die Farbe rasch in ein ausgesprochenes Gelb, Roth, Braun, seltener in Orange über. Die Aussenschicht junger, von Zweigen herrührenden Rinden ist fast immer grau. Nach diesen den Handelswaaren eigenthümlichen Färbungen unterscheidet der Sammler die Chinarinden-Sorten in: amarilla (gelbe), negrilla (braune), roja (rothe) u. s. w., auch im europäischen Handel werden die Sorten fast stets nur nach der Farbe als: flava, fusca, rubra, grisea u. s. w. bezeichnet. Einige Anhaltspuncte zur Werthbestimmung geben die Färbungen allerdings ab; es sind z. B. die grauen Zweigrinden ärmer an Alkaloïden als die gelben, braunen oder rothen Stammrinden derselben Arten von *Cinchonen*, es sind die sogenannten weissen Chinarinden des Handels (falsche Chinarinden, von *Ladenbergien* herrührend), werthlose Waaren, oder doch Rohstoffe von höchst zweifelhaftem Werthe u. s. w. Zu einer sicheren Bestimmung der Chinarindensorten reichen deren Färbungen keinesfalls aus. — Den meisten Chinarinden kommt ein

schwacher Geruch zu, der von Spuren eines bisher noch nicht untersuchten ätherischen Oels herrührt. — Der Geschmack chininreicher Rinden ist intensiv bitter. Bitterer Geschmack gilt mit Recht als Kennzeichen guter Rinden, da die Alkaloïde der Chinarinden einen äusserst bitteren Geschmack haben. Junge, röhrenförmig zusammengerollte Chinarinden haben meist einen herben, nur wenig bitteren Geschmack; doch kommen auch hierunter manche bitterschmeckende, werthvollere Sorten vor. Die alkaloïdarmen Maracaïbo-, die schlechte gelbe Cusco-China, und die gar kein Chinin und überhaupt keine Alkaloïde enthaltende braune Para-Chinarinde, haben einen unangenehmen Geschmack. — Viele Chinarinden sind mit dünner Korkschicht, einige wenige mit dicker Borke bedeckt, welche bei der ausgezeichneten Calisaya-Chinarinde eine Dicke bis zu einem Centimeter erreicht. Von der letztgenannten Rinde kommen im Handel »bedeckte« d. i. noch mit Borkeschuppen versehene, und »unbedeckte« Sorten vor. Es werden aber im Handel noch andere bedeckte und unbedeckte Chinarindenarten unterschieden. — Die Rinden der Hauptstämme bilden meist flache Stücke, die der Aeste rollen sich schwach, die von Zweigen abgelösten stark ein, und bilden einfach oder mehrfach eingerollte Röhren. Nach diesen morphologischen Verhältnissen unterscheidet man im Handel nicht selten: Platten, Röhren und Halbröhren. — Je nach den anatomischen Verhältnissen brechen die Chinarinden der Quere nach entweder korkig, faserig oder holzig. Für einzelne Sorten ist die Art des Bruches bezeichnend. —

Anatomische Verhältnisse der Chinarinden. Dass die äusseren Kennzeichen zur Erkennung der Chinarinden nicht ausreichen, und zur möglichst sicheren Unterscheidung die histologischen Verhältnisse herangezogen werden müssen, ist zuerst von Weddel erkannt worden, dem auch die ersten genauen Kenntnisse des anatomischen Baues der Cinchonenrinden zu danken sind.

Jüngere Chinarinden lassen stets deutlich drei Schichten, nämlich Aussen-, Mittel- und Innenrinde unterscheiden. Manche ältere Chinarinden bestehen hingegen blos aus Innenrinde.

Die Aussenrinde ist bei Zweigrinden stets ein dünnes Periderm. An Ast- und Stammrinden bildet sie entweder einen nach aussen zu warzenförmig gestalteten Kork, der diesen Rinden ein sogenanntes »huamalies« Aussehen giebt, oder eine wahre Borke, die sich, wie z. B. bei der *Calisaya*-Rinde, in schuppenförmigen Stücken vom übrigen Rindenkörper ablöst.

Die Mittelrinde besteht entweder blos aus parenchymatischen oder auch aus sklerenchymatischen Elementen. Erstere bilden dünnwandige, tangential abgeplattete Zellen. Letztere, häufig als Steinzellen

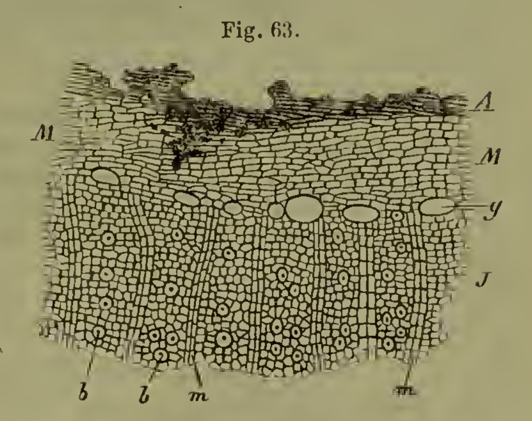
angesprochen, stimmen in der Grösse mit ersteren überein, fallen aber schon durch ihre Dickwandigkeit auf. Ihre Wände sind deutlich geschichtet und von Poren durchsetzt. Alle Zellen der Mittelrinde führen eine rothbraune, in Alkalien lösliche, entweder harzige oder körnige Masse als Inhalt. Hin und wieder wurden darin auch Stärkekörnchen, ja selbst Chlorophyllkörner aufgefunden.

In manchen Chinarinden fehlen die sklerenchymatischen Elemente völlig; so in den Arten: *Calisaya*, *succirubra* und *lutea*. — Sehr reichlich sind sie in der Mittelrinde von *Cinchona scrobiculata* enthalten. In der Rinde von *C. lancifolia* überwiegt ihre Masse weitaus jene der dünnwandigen parenchymatischen Elemente.

In der Mittelrinde jüngerer Chinarinden finden sich Milchsaftgefässe vor (Saftröhren), die durch ihre Biegsamkeit schon am Bruche sich von den faserigen Elementen der Innenrinde unterscheiden lassen. In Chinarinden, welche von mehr als zweijährigen Stämmen herrühren, treten sie spärlich auf oder fehlen darin völlig. Hingegen enthalten jene von *Ladenbergien* herrührenden falschen Chinarinden zahlreiche und gut entwickelte Milchsaftgefässe.

Die Innenrinde junger Chinarinden besteht aus parenchymatischen Zellen, nämlich Bastparenchym und Siebröhren, ferner aus Bastmarkstrahlen und Bastzellen. Aeltere Rinden sind qualitativ in derselben Weise zusammengesetzt; aber es kommen hier weitaus mehr Bastzellen und weniger Siebröhren als in ersteren vor.

Fig. 63.



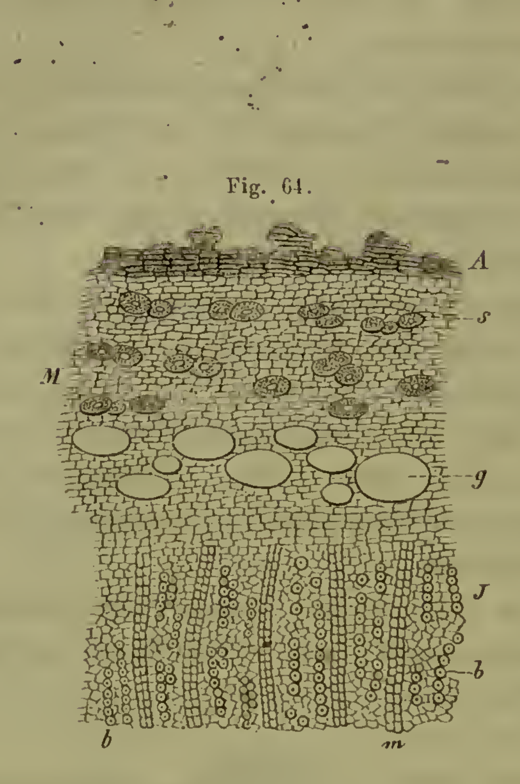
Vergr. 20. Querschnitt durch die *Calisaya-China*. *A* Aussenrinde, *M* Mittelrinde, *J* Innenrinde, *g* Milchsaftgefässe, *mm* Markstrahlen, *bb* Bastzellen. (Nach A. Vogl).

Länge und Dicke der Bastzellen sind variabel. Gewöhnlich beträgt die Länge der Bastzellen etwa einen Millimeter; bei der Rinde von *Cinchona lutea* sind die Bastzellen aber viel kürzer. Hier haben diese Zellen auch eine höchst unregelmässige, knorrige Gestalt, während sie gewöhnlich ziemlich regelmässig gestaltet sind. Sehr schmale Bastzellen finden sich bei der von *Cinchona australis*, sehr breite bei der von *C. lutea* herrührenden Chinasorte. Der Durchmesser der ersteren misst nach A. Vogl 0.03, jener der letzteren 0.2—0.25 Millim.

Sehr wichtig für die Unterscheidung der Chinarinden ist die Vertheilung der Bastzellen in ihrer Mittelrinde. Bei den Sorten: *Calisaya*, *succirubra* und *Condaminea* sind sie zerstreut in radialen Reihen angeordnet; in fast ununterbrochenen radialen Reihen finden sie sich in

der von *Cinchona scrobiculata* stammenden Rinde; bei manchen Arten bilden sie hingegen ganze Bündel, die eine mehr oder weniger zonenartige Gruppirung erkennen lassen.

Fig. 64.



Vergr. 20. Querschnitt durch die Rinde von *Cinchona scrobiculata*. *A* Aussenrinde, *M* Mittelrinde, *J* Innenrinde, *s* Sklerenchymzellen (Steinzellen), *g* Milchsaftgefässe, *m* Markstrahlen, *b b* Bastzellen. (Nach A. Vogl).

Fig. 65.



Vergr. 50. Drei dickwandige Bastzellen aus der *Calisaya-China*. (Nach A. Vogl).

Minder belangreich für die Erkennung sind die von manchen Forschern für verkümmerte Bastzellen gehaltenen Stabzellen der Innenrinde, dickwandige, quer abgestutzte, jedoch in die Länge gestreckte Zellen.

Chemische Beschaffenheit der Chinarinden. Ausser den gewöhnlichen in den Pflanzengeweben fast nie fehlenden Bestandtheilen: Cellulose, Gummi, Zucker, Stärke, Mineralstoffe, hat man darin auch eine besondere Säure, die Chinasäure, ferner eine eigenthümliche Gerbsäure, die Chinagerbsäure, Chinovin und eine Reihe von Alkaloïden aufgefunden. Das Vorkommen von Pectinsubstanzen in echten Chinarinden ist noch zweifelhaft.

Gummi und Zucker wurden in den Chinarinden lange übersehen.

Stärke tritt meist nur spärlich auf, in manchen Sorten fehlt sie ganz und nur in wenigen, durchwegs geringen, chininarmen Sorten, z. B. in der Rinde von *Cinchona villosa*, tritt sie in grosser Menge auf.

Die Asche der Chinarinden besteht fast gänzlich aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurem Kali; ihre Menge beträgt 0.75—3 Proc. Der Kalk kommt häufig an Oxalsäure gebunden in Form von Krystallen in den Zellen vor. In der ausgezeichneten *Calisaya*-Rinde finden sich höchstens Spuren davon vor.

Die Chinasäure, von der Zusammensetzung $C_7H_{12}O_6$, ist wohl zuerst in den Chinarinden aufgefunden worden; sie ist jedoch später auch in anderen Pflanzentheilen, z. B. in der China nova *(Portlandia sp.)*, im Caffee, in Eriken und Aquifoliaceen nachgewiesen worden. Sie findet sich in der Chinarinde theils an Alkaloïde oder Kalk gebunden, theils frei vor und bedingt die saure Reaction der Auszüge. Ihre Menge beträgt 5—9 Proc. Sie krystallisirt in harten, grossen, monoklinischen Krystallen, ist in Wasser leicht löslich, weniger in Alkohol; in Aether löst sie sich fast gar nicht auf.

Die Gerbsäure der Chinarinden ist als Chinagerbsäure beschrieben worden. Sie gehört in die Kategorie der eisengrünenden Gerbstoffe. In reiner Lösung wird sie durch Eisenoxydsalze hellgrün gefärbt. Wässerige Auszüge aus Chinarinden, welche neben der Chinagerbsäure noch eine Reihe anderer Substanzen aufgelöst enthalten, färben sich auf Zusatz von Eisenchlorid braungrün. Die wässerigen Auszüge der falschen Chinarinden werden durch dieses Reagens schwarzgrün gefärbt. — Die Chinagerbsäure kommt im Zellsafte der Parenchymzellen gelöst vor. Durch Sauerstoffaufnahme entsteht hieraus das in Form einer harzigen, braunrothen Masse im Innern der parenchymatischen Zellen der Chinarinden so häufig vorkommende Chinaroth.

Das Chinaroth bildet eine amorphe, in Wasser und Aether unlösliche, in Alkohol und Alkalien lösliche Masse von rother Färbung, der wahrscheinlich die Zusammensetzung $C_{12}H_{14}O_7$ zukommt. Die grössten Mengen von Chinaroth, nämlich 4 Proc., finden sich in der rothen Chinarinde vor.

Das Chinovin wurde zuerst als ein unkrystallisirter Bitterstoff definirt. Hlasiwetz hat nachgewiesen, dass dieser Körper ein Glycosid von der Zusammensetzung $C_{30}H_{48}O_8$ ist, welches sich durch Säuren in einen krystallisirbaren Körper von schwach saurer Reaction, in die Chinovasäure ($C_{24}H_{38}O_4$) und eine Zuckerart spaltet.

Von Alkaloïden sind bis jetzt in den Chinarinden aufgefunden worden: Chinin, Cinchonin, Chinidin, Cinchonidin, Aricin, Paricin und das noch unvollständig untersuchte Paltochin. Der werthvollste dieser

Körper ist das Chinin. Diesem und dem Cinchonin verdanken die Chinarinden ihre merkwürdige therapeutische Wirkung.

Alle aufgeführten Alkaloïde, mit Ausnahme des Paricin, krystallisiren und geben viele krystallisirbare Salze. Die Salze des Chinins zeichnen sich vor allen dadurch aus, dass ihre Lösungen stark fluoresciren. Eine Lösung, welche nur 0.00001 Theil schwefelsaures Chinin enthält, zeigt noch immer deutlich das Fluorescenzphänomen.

Das Chinin hat die Zusammensetzung $\text{Є}_{20}H_{24}N_2\Theta_2 + 3\,H_2\Theta$. Es löst sich erst in 400 Theilen Wasser, und in 60 Theilen Aether auf. In Alkohol, besonders kochendem, ist es leicht löslich. — Das Cinchonin, $\text{Є}_{20}H_{24}N_2\Theta$, ist in Wasser und Aether noch schwerer löslich. — Sowohl die Chinin- als Cinchoninlösungen drehen die Polarisationsebene nach rechts. — Das Chinidin hat die Zusammensetzung des Chinins, krystallisirt aber gewöhnlich mit zwei Atomen Wasser. In den Löslichkeitsverhältnissen und im optischen Verhalten ist es vom Chinin stark verschieden. Es ist bis jetzt blos in einigen gelben und in der gelbröthlichen *Pitayo*-Rinde, in welcher es die Hauptmasse der Alkaloïde bildet, aufgefunden worden. — Das Cinchonidin, in der chemischen Zusammensetzung mit dem Cinchonin übereinstimmend, aber linksdrehend, ist in vielen, namentlich in allen columbischen Chinarinden aufgefunden worden. — Das Aricin, mit Brucin isomer, wurde in der Rinde von *Cinchona mikrantha* und *C. villosa* beobachtet. — Das Paricin, bis jetzt nur amorph erhalten, scheint mit dem Thebaïn isomer zu sein.

Zweig- und Astrinden sind verhältnissmässig ärmer an Chinin und Cinchonin als Stammrinden.

Zu den chininreichsten Rinden gehören die Sorten: *Calisaya*, *succirubra*, *lancifolia*. Hieran schliessen sich die Sorten: *lanceolata mikrantha*, *Uritusinga*. Arm an Chinin sind: *lutea*, *scrobiculata*, *Pahudiana*, *villosa*.

Der Chiningehalt steigt in den Rinden gewöhnlich bis 5 und nur in seltenen Fällen (cultivirte Pitajorinde) bis 8 Proc. Die Wurzelrinden mancher Cinchonen sind reicher an Alkaloïden als die zugehörigen Stammrinden. In dieser Beziehung ist besonders die Rinde cultivirter Exemplare von *Cinchona Pahudiana* ausgezeichnet. Die Wurzelrinden, bis jetzt zu medicinischem Gebrauche noch nicht zugelassen, finden in den Chininfabriken in neuerer Zeit bereits Anwendung. — Die gewöhnlichen käuflichen Chinarinden enthalten nur 0.4—0.6 Proc. Chinidin und 0.4—1.2 Proc. Cinchonin. In der rothen Chinarinde steigt der Gehalt an Cinchonin bis auf 2 Proc.

Characteristik der gewöhnlichen Chinarinden des

Handels[1]. Man theilt die Handelswaare gewöhnlich in folgende Gruppen: graue oder braune, gelbe und rothe Chinarinden.

In die erste Gruppe gehören eingerollte Ast- und Zweigrinden von Cinchonen aus Peru und Ecuador. Der Durchmesser der Röhren beträgt 1—3 Centim., die Dicke 1—5 Millim. Aussen sind sie grau oder braunschwarz, rauh, runzelig, nicht selten mit Flechten bedeckt. Da sie reich an Gerbstoff sind, haben sie einen vorherrschend herben, und da die Alkaloïde darin nur spärlich vertreten sind, einen nur wenig bitteren Geschmack. Sie enthalten blos 0.4—1.1 Proc. Chinin, hingegen 1.3—2.2 Proc. Cinchonin. Die aus den Productionsländern kommende Handelswaare besteht aus verschiedenen Rinden, die man durch Auslesen in zwei Sorten trennt, in die Loxa- und Huanuco-Chinarinde. — Die Loxa-China besteht aus Röhren, die bis 1 Centim. im Durchmesser halten und 1—2 Millim. dick sind. Vorwiegend ist darin die Rinde von *Cinchona crispa* enthalten. Ausserdem fand man aber darin auch die Rinden der *C. Chahuarguera*, *macrocalyx*, *mikrantha, villosa* u. v. a. Die Huanuco-China besteht vorwiegend aus der Rinde von *Cinchona mikrantha*; es sind aber darin auch die Rinden von *C. macrocalyx*, *umbellulifera*, *Condaminea*, *villosa*, *Uritusinga* u. v. a. vertreten. Die Röhren dieser Sorte messen 1.5—3 Cm. im Diameter und erreichen eine Dicke von 4, seltener von 5 Mm.

Die gelben Chinarinden stammen aus Bolivien, Peru und Columbien. Es sind dicke, von Stämmen oder Aesten, nicht von Zweigen herrührende Rinden von ockergelber oder orangegelber Farbe, und sind meist nichts Anderes als Baststücke. Ihr Geschmack ist bitter. Sie enthalten Chinin, Chinidin und nur wenig Cinchonin. Hierher gehört die ausgezeichnete Königschinarinde oder *Calisaya China* und die Carthagena-Chinarinde. Erstere besteht aus flachen Stücken oder Halbröhren der *Cinchona Calisaya*, im bedeckten und unbedeckten Zustande. Dieser Sorte wird nicht selten die weit geringere Rinde von *Cinchona scrobiculata* unterschoben. Die Carthagena-China setzt sich aus minder werthvollen columbischen Rinden zusammen, die von *C. Tucuyensis* und *cordifolia* herrühren. Den gelben Chinarinden sind zwei sehr chininreiche Sorten beizuzählen, welche nicht medicinisch benutzt, wohl aber im grossen Massstabe zur fabrikmässigen Darstellung der China-Alkaloïde benutzt werden, nämlich die Sorten: *Pitayensis* und *lancifolia*.

Zu den rothen Chinarinden gehören die werthvollen Ast- und Stammrinden von *Cinchona succirubra* von braunrother Farbe,

---

[1] S. hierüber auch A. Vogl, Commentar zur österr. Pharmakopoe 1869. I. p. 256 ff.

ferner eine nahverwandte, ihrem Ursprunge nach noch nicht bekannte Rinde. Diese an Chinaroth reichen Rinden enthalten 0.5—2.5 Proc. Alkaloïde.

Im Nachfolgenden sollen die ausgezeichnetsten, nämlich chininreichsten, medicinisch benutzten, ferner die beiden jetzt so häufig fabrikmässig ausgebeuteten Chinarinden, endlich die falschen Chinarinden ausführlicher geschildert werden.

Zu ersteren gehören die Sorten *Calisaya* und *succirubra*.

Calisaya-China. Man unterscheidet eine bedeckte und eine unbedeckte Sorte. Erstere bildet flache oder gekrümmte, 2—5 Centimeter breite, etwa 6 Millim. dicke, schwere Rinden mit feinsplitterigem Bruche. Aussen sind die Stücke schwarzbraun gefärbt, hin und wieder mit milchweissem Hauche überzogen und durch Längs- und Querrisse fast quadratisch gefeldert. Innere Färbung zimmtbraun. Aussen sind sie von Periderm oder Borke bekleidet. Die Mittelrinde besteht aus derbwandigen Parenchymzellen. An dem dem Baste zugewendeten Theile findet sich ein Kreis weiter, meist vereinzelter Milchsaftgefässe vor. Steinzellen fehlen in der Mittelrinde gänzlich. Auf dem Querschnitt erscheinen die Bastzellen vereinzelt, in etwas unregelmässigen radialen Reihen angeordnet, meist 0.062 Millim. breit, citrongelb gefärbt. — An der unbedeckten Calisaya fehlen gewöhnlich Aussen- und Mittelrinden. An der Aussenseite des zimmtbraunen, 1—1.5 Centim. dicken Bastes kommen häufig flachmuschelige Aushöhlungen vor. Die Bastzellen sind an dieser Sorte gewöhnlich dicker als an der unbedeckten.

Anstatt der werthvollen Calisaya-China wird im Handel nicht selten die geringere Stammrinde von *Cinchona scrobiculata* abgegeben. Die beiden Rinden lassen sich schon durch das freie Auge einigermassen sicher unterscheiden. Die letztere ist wohl auch eine im Gefüge dichte und schwere, häufig borkige Rinde. Aber ihre Farbe ist rothbraun, an der Innenseite ist sie grob gestreift, und am Bruche langsplitterig bis faserig. Sie erreicht nur eine Dicke von 8 Millim. Wenn eine Borke vorhanden ist, so lassen sich darin stets mit Leichtigkeit zahlreiche Steinzellen und mit Zellen angefüllte Milchsaftgefässe unterscheiden. Die Mittelrinde führt reichlich Steinzellen und Milchsaftgefässe. In den äusseren Partien der die Innenrinde durchsetzenden Markstrahlen treten Steinzellen auf. Stab- und Krystallzellen sind vorhanden. Die Bastzellen, 0.036—0.062 Millim. breit, blassgelb oder blass orange gefärbt, treten in radial angeordneten, einfachen oder doppelten Reihen auf.

Die Rinde von *Cinchona succirubra* besteht theils aus Rinnen und Röhren, theils aus flachen Stücken mit quadratisch ge-

felderteni Periderm. Der Umfang, beziehungsweise die Breite der Stücke, beträgt 4—9 Centim., die Dicke 2—4 Millim. Unter dem Periderm ist diese Rinde von tief rothbrauner Farbe. Die Mittelrinde führt stets einen Kreis von Milchsaftgefässen, Steinzellen fehlen stets. In der Innenrinde sind Stab- und Krystallzellen vorhanden. Die Bastzellen stehen in radialen Reihen, an dicken Rindenstücken lassen sie auch eine tangentiale Anordnung erkennen. Diese Zellen sind orange gefärbt, ihre Breite beträgt 0.062—0.081 Millim.

Die Rinde von *Cinchona lancifolia* bildet Halbröhren oder Röhren von 3—5 Centim. im Durchmesser, auch flache Stücke. Dicke 2—10 Millim. Viele Stücke sind mit braunen oder schwärzlichen Borkeschuppen bedeckt. Wo die Borke entfernt ist, erscheinen die Stücke ocker- oder orangegelb. Im Gegensatze zur Calisaya-China ist diese Rinde leicht. — Die Aussenrinde bildet eine aus farblosen Zellen bestehende dünne Korklage. Hieran schliesst sich die Mittelrinde, welche der Hauptmasse nach aus Steinzellen besteht. Milchsaftgefässe sind, und zwar in der Innenschicht der Mittelrinde, nur spärlich anzutreffen. In den dünnwandigen Gewebselementen der Mittelrinde kommt Stärke vor. Die Bastzellen, 0.006—0.011 Millim. breit, stehen theils in radialen Reihen, theils in zonenförmig angeordneten Gruppen. Die Bastmarkstrahlen führen Steinzellen.

Pitayo-Rinde. Diese mit sehr wenig Sorgfalt abgenommene Rinde bildet Späne oder unregelmässig eingerollte Stücke, an denen nicht selten Holzstücke anhaften. Aussen ist diese Rinde grau oder rothbraun, der Länge nach fein gerunzelt, innen orange oder bräunlich gelb. — Sehr characteristisch ist das Querschnittsbild dieser Rinde, in welchem man einen fast schwarzen Harzring, der die Grenze zwischen Aussen- und Mittelrinde bildet, und eine rothbraune Bastzone bemerkt. — Diese Rinde ist entweder von einem braunen Periderm oder von Borke bedeckt. Die Mittelrinde besteht aus dünnwandigen Parenchymzellen. Steinzellen und Milchsaftgefässe fehlen darin gänzlich. In der Mittelrinde erscheinen die 0.043—0.062 Millim. breiten Bastzellen in einfachen, ununterbrochenen, radialen Reihen. In den Markstrahlen kommen Krystallzellen vor.

Falsche Chinarinden. Die chininfreien Cinchonenrinden scheinen nicht oder doch nur selten im Handel vorzukommen. Hingegen finden sich unter den echten Chinarinden des Handels nicht selten die Rinden von *Exostemma-* und *Ladenbergia*-Arten, Gewächse aus der Familie der Cinchonaceen. Namentlich sind *Exostemma floribundum Willd.* und *Ladenbergia magnifolia Kl.* oft als Beimengung echter Rinden nachgewiesen worden. Es ist noch Gegenstand der Controverse, ob die falschen Chinarinden Alkaloïde führen oder nicht. Sollten

in der That diese Körper darin enthalten sein, so kommen sie doch gewiss nur in so minutiösen Mengen vor, dass diese Rohstoffe für die Chininfabriken als gänzlich werthlos zu bezeichnen sind.

Nach den Untersuchungen von A. Vogl bildet die Rinde von *Ladenbergia latifolia* Röhren oder Halbröhren von 1—3 Centim. Breite und 1—4 Millim. Dicke. Jüngere Rinden sind kastanienbraun, aussen mit einem grauen Periderm bedeckt. An älteren Rinden fehlt das Periderm; aussen ist die Rinde glatt und manchmal quadratisch zerklüftet, innen zimmtbraun. Der Bruch ist langsplitterig, die Aussenrinde setzt sich aus braunen Peridermzellen, die Mittelrinde vorwiegend aus grob getüpfelten Steinzellen zusammen, in denen theils Stärkekörnchen, theils eine braune, harzige Masse auftritt. An der Innengrenze der Mittelrinde steht ein Kreis von weiten Milchsaftgefässen. Die Baststrahlen der Innenrinde führen aussen Bastzellen, innen Siebröhren, Bastparenchym und nur wenige Bastzellen. Die meisten Bastfasern, namentlich die der äusseren Seite der Innenrinde angehörigen, sind mit weitem Lumen versehen; ihre Breite beträgt nur 0.024—0.040 Millim. — Die Rinde von *Exostemma floribundum* kommt, nach A. Vogl, in Form von 1—2 Centim. weiten, 2—3 Mm. dicken Röhren vor, welche aussen rauh, graubraun, innen der Länge nach gestreift sind, und blätterig-splitterig brechen. Aussen ist diese Rinde von Periderm oder Borke bedeckt. Die Mittelrinde besteht blos aus tangential abgeplatteten Parenchymzellen. Sklerenchymzellen fehlen. Die Baststrahlen enthalten in einem parenchymatischen Grundgewebe Siebröhrenbündel, tangential angeordnete Gruppen von Bastzellen und vollkommen verdickte Steinzellen. Die Bastzellen sind farblos, vollkommen verdickt und blos etwa 0.03 Millim. breit.

Dreizehnter Abschnitt.

Holz.

I. Die Kennzeichen der Holzarten.

Unter **Holz** versteht man den von der Rinde befreiten Theil der Stämme, Aeste und Wurzeln baum- oder strauchartiger Gewächse. Ein gewisser Grad von Gleichartigkeit im Gefüge gehört ebenfalls zum Begriffe Holz, weshalb man wohl das von der Rinde befreite Stammgewebe der Nadelbäume, der dicotylen Bäume und Sträucher, ja selbst jenes der baumartigen Monocotylen als Holz auffasst, nicht aber das sehr inhomogene, entrindete Stammgewebe baumartiger Farne.

Das Holz der dicotylen Bäume und Sträucher zeigt eine grosse Uebereinstimmung mit dem Holze der Nadelbäume; beide unterscheiden sich hingegen in so auffallender Weise vom Holze der baumartigen Monocotylen, z. B. der Palmen, dass man schon auf den ersten Blick zu entscheiden vermag, ob man es mit diesem oder jenem zu thun hat.

Im Stamme der dicotylen Holzgewächse und der Nadelbäume tritt innerhalb eines parenchymatischen, anfänglich von einer Oberhaut, später von einer Rinde umschlossenen Grundgewebes **ein** Kreis von Gefässbündeln auf, innerhalb welchem die Anzahl der Gefässbündel sich nicht vermehrt. Es geht hier die Dickenentwicklung des Stammes in der Weise vor sich, dass die einmal angelegten Gefässbündel durch ihr Wachsthum nach drei Dimensionen den Stamm selbst verdicken.

Der Stamm der Palmen und der übrigen monocotylen Holzgewächse enthält eine grosse Anzahl von Gefässbündeln, welche nicht kreisförmig

im parenchymatischen Grundgewebe angeordnet sind, vielmehr ziemlich unregelmässig über den Querschnitt des Stammes ausgestreut erscheinen. Aber fast immer bemerkt man, dass die der Peripherie des Stammes zugewendete Partie relativ mehr Gefässbündel enthält, als die dem Centrum zugekehrte. Der Stamm dieser Gewächse verdickt sich nicht durch Verdickung der schon vorhandenen, vielmehr durch Anlage neuer Gefässbündel, die sich zwischen die schon vorhandenen einschieben. Die Zusammensetzung eines Palmenholzes aus zahlreichen, durch ein Grundgewebe verbundene Gefässbündel verleiht dieser Holzart ihr höchst characteristisches Gepräge.

Im Centrum des Holzes der dicotylen Gewächse und der Nadelbäume findet sich stets Grundgewebe in Form von Mark vor, von welchem aus, zwischen den Gefässbündeln durch, parenchymatische Gewebszüge, die primären Markstrahlen laufen, die auch den Bast in Form von Bastmarkstrahlen durchschneiden und mit dem Rindenparenchym in Verbindung stehen. Aehnliche radial angeordnete Gewebe durchsetzen aber auch die Gefässbündel selbst, man nennt sie secundäre Markstrahlen. Sie reichen stets bis an die Rinde, nicht aber bis in's Mark hinein, welche Eigenthümlichkeit ihre genügende Erklärung in der Entwicklungsweise dieser Gebilde, auf die hier jedoch nicht eingegangen werden kann, findet. In Holzbruchstücken, wie selbe im Handel oder an aus Holz gefertigten Gegenständen erscheinen, lässt sich ein Unterschied zwischen primären und secundären Markstrahlen nicht nachweisen, weshalb in der unten folgenden Characteristik der Holzarten nur von Markstrahlen überhaupt die Rede sein wird.

Im Stamme der baumartigen monocotylen Gewächse kommen zwischen den Gefässbündeln keine Markstrahlen vor. Die Gefässbündel sind gleichfalls frei von diesen Gebilden. Jener characteristische, strahlige Bau, welcher den Gefässbündeln der dicotylen Gewächse und Nadelbäume eigenthümlich ist, fehlt hier gänzlich. Das Gefässbündel dieser Gewächse führt vorwiegend Gefässe, Holzzellen, bastartige Zellen, und ist vom Grundgewebe durch eine aus langgestreckten Parenchymzellen bestehende Gewebsschicht getrennt.

Im Holze der dicotylen Holzgewächse und der Nadelbäume treten keine vollständigen Gefässbündel, sondern blos die Holztheile derselben (Holzbündel) auf.

Die Holzbündel der genannten Gewächse haben einen concentrischen Bau (Ringbau) gemeinsam. Die im Querschnitt erscheinenden Ringe solcher Hölzer entsprechen häufig dem jährlichen Zuwachse an Holz, und werden dann Jahresringe genannt.

Die Entwicklungsweise des monocotylen Stammes bringt es mit sich, dass hier die Holzringe gänzlich fehlen.

Die Holzbündel der Nadelbäume zeigen in ihren erstjährigen Bildungen eine grosse Uebereinstimmung mit jenen der dicotylen Holzgewächse (Laubgewächse); sie bestehen nämlich aus Holzzellen und Gefässen. In den nun folgenden Jahrringbildungen unterscheiden sich aber diese beiden Kategorien von Holzgewächsen sehr auffällig. Die dicotylen Holzgewächse enthalten nämlich auch in allen folgenden Jahrringbildungen sowohl Gefässe als Holzzellen, während im Holzkörper der Nadelbäume vom zweiten Jahre an keine Gefässe mehr gebildet werden.

Markstrahlen finden sich in allen Jahrringbildungen, sowohl der Laub- als Nadelbäume vor. Häufig tritt statt einer oder mehrerer Holzzellen eine aus Zellen parenchymatischen Characters bestehende Zellgruppe auf, welche als Holzparenchym bezeichnet wird.

Das Mark des Holzes. Ein scharf abgegrenztes Mark findet sich nur bei Laub- und Nadelhölzern, nicht aber an den Stämmen der monocotylen Gewächse vor. Es stellt sich als der von Holzbündeln eingeschlossene Theil des Grundgewebes des Stammes dar, und hat stets einen ausgesprochenen parenchymatischen Character.

Das Stammholz hat in der Regel ein grösseres Mark als das Wurzelholz derselben Baumart. Häufig erscheint das Wurzelholz marklos, wie folgende Beispiele belegen:

	Stammholz. Dicke des Markes.	Wurzelholz. Dicke des Markes.
Rhus cotinus	bis 4 Millim.	fast null.
Berberis vulgaris	» 5 »	» »
Sambucus nigra	» 10 »	» »

Für eine und dieselbe Holzart ist die Dicke des Markes innerhalb enger Grenzen constant, indess nur in seltenen Fällen bezeichnend, da das Mark bei den meisten Gewächsen eine Dicke von 1—2 Millim. besitzt. Einige Beispiele mögen die seltener vorkommenden Dimensionen des Markes belegen.

	Maximale Dicke des Markes.
Larix europæa	fast null.
Juniperus communis	fast null.
» *virginiana*	fast null.
Thuya occidentalis	fast null.
Betula alba	0.5 Millim.

Rhus cotinus	4 Millim.
Ligustrum vulgare	
Fraxinus excelsior	
Corylus avellana	
Maclura aurantiaca	5 Millim.
Abies excelsa	
Viburnum lantana	6 Millim.
Juglans regia	
Pinus Cembra	
Cæsalpinia sappan	12 Millim.
Ochroma lagopus	15 »

Holzringe (Jahresringe). Es dürfte wohl weder ein Laub- noch ein Nadelbaum existiren, deren Holzkörper aus völlig homogenem Holz bestände, welche, genauer gesagt, nicht die Periodicität des Wachsthums ihres Holzkörpers in einer ringförmigen Entwicklung des letzteren erkennen liessen. Ich habe bis jetzt kein den Dicotylen oder Coniferen angehöriges Holzgewächs angetroffen, dessen Holzkörper nicht wenigstens eine Andeutung von Ringbau, d. i. eine Zusammensetzung aus concentrischen Hohlcylindern (Jahresringe, Holzringe) gezeigt hätte.

An Holzgewächsen der gemässigten und kalten Zone treten die Holzringe stets als Jahresringe auf, und es lässt sich an den Stämmen derselben bekanntlich das Alter des Baumes oder Strauches aus der Zahl dieser Ringe ableiten. Aber die Jahrringentwicklung ist bei all' diesen Gewächsen nicht immer so scharf ausgesprochen, als dass man die einzelnen Jahrringe schon mit freiem Auge deutlich wahrnehmen könnte. Sehr scharfe Jahresringe besitzen z. B. alle unsere Nadelhölzer, die Eichenarten u. s. w. Undeutlich geschiedene findet man z. B. bei *Viburnum Lantana*, bei *Populus tremula* u. s. w. Mit der Loupe werden die Jahresringe solcher Gewächse gewöhnlich deutlicher. Im Mikroskope erkennt man bei ihnen stets unzweifelhaft die Jahresgrenzen der Holzringe. Dass zur Auffindung der Jahrringgrenzen durch das Mikroskop oft einige Sorgfalt nöthig ist, belegt in treffender Weise das Buchsbaumholz. Mit freiem Auge lassen sich Jahresringe ziemlich deutlich wahrnehmen, im Mikroskop gesehen, lässt das querdurchschnittene Holz anfänglich keinen Ringbau wahrnehmen, und erst bei genauer Prüfung erkennt man an der Grenze zweier Jahrringe eine überaus schmale, gewöhnlich nur aus 1—2 Zellreihen bestehende Schicht von zusammengedrückten, sehr stark verdickten Holzzellen (Herbstholzzellen), welche die Ringgrenze scharf markirt.

Die Holzgewächse der heissen Länder besitzen in der Regel keine Jahrringe, wenngleich ein mehr oder minder scharf ausgeprägter Ring-

bau ihnen stets eigen ist. Scharfe Jahrringe bildet das Holz von *Cedrela odorata*; sehr deutlichen Ringbau lässt das Holz von *Bocoa provacensis* erkennen. Sehr undeutlichen Ringbau bietet das Holz von *Hæmatoxylon campechianum* und das von *Araucaria brasiliensis* dar.

Die Holzringe kommen in höchst verschiedener Weise zu Stande. Gewöhnlich ist das in einer Wachsthumsperiode zuletzt gebildete Holz relativ sehr dicht, es setzt sich aus verhältnissmässig sehr stark verdickten Zellen zusammen. Bei unsern Laub- und Nadelbäumen wird diese Schicht des Holzringes Herbstholz genannt. Es tritt diese Schicht entweder ganz allmälig aus dem mittleren Theile des Holzringes, aus dem Sommerholz hervor, oder aber es bildet das Herbstholz eine deutlich nach Aussen und Innen abgegrenzte Schicht. Der erstere Fall ist bei allen unsern Nadelhölzern, letzterer beim Buchsbaumholz, Nussholz u. s. w. anzutreffen. Die Herbstholzschicht hat höchst verschiedene Breite; bei manchen Gewächsen bildet sie breite Säume, bei anderen erscheint sie für das freie Auge als feine Linie, bei manchen, z. B. beim Buchsbaum, entzieht sie sich der makroskopischen Betrachtung. — Häufig erhalten die Jahrringe dadurch scharfe Grenzen, dass das Frühlungsholz eine grosse Zahl weiter, als mehr oder minder grobe Poren erscheinende Gefässe besitzt, wie dies z. B. das Holz aller Eichenarten, das Zürgelbaumholz, das Holz der *Berberis*-Wurzel u. v. a. erkennen lassen. — Sehr eigenthümlich verhalten sich die Jahresringe des Buchsbaumholzes, welche, wie oben schon angeführt wurde, nur durch das Mikroskop wahrnehmbare Herbstholzlinien besitzen. Es kommt hier die für das freie Auge erkennbare, für das bewaffnete Auge verschwindende Jahrringbildung dadurch zu Stande, dass die Sommerholzzellen, obgleich morphologisch von den Frühlingsholzzellen nicht verschieden, dunkler als diese gefärbt sind.

Stammholz hat stets concentrische, Astholz häufig excentrische Jahresringe, indem die erdwärts gerichteten Asthälften sich häufig stärker als die aufwärts gekehrten entwickeln.

An manchen Holzarten sind die Jahrringgrenzen wellenförmig, z. B. beim Ligusterholz, oder etwas polygonal im Umriss, wie beim Holz der Salweide häufig zu sehen, an welchem indess auch wellenförmige abgegrenzte Jahrringe manchmal vorkommen.

Die vorstehende Betrachtung lehrt, dass sich die Ausbildungsweise der Jahrringe der Holzarten in deren Characteristik sehr gut verwenden lässt.

Die Markstrahlen geben, wie die nachfolgenden Zeilen schon andeuten werden, höchst wichtige Unterscheidungsmerkmale für die Holzarten ab. Ihr auf dem Querschnitt des Holzes strahlenförmig er-

scheinender Verlauf ist bekannt. Auf den radialen Längsflächen des Holzes (Spaltflächen) treten sie als mehr oder minder regelmässig gestaltete Querstreifen oder Bänder (Spiegelfasern) auf.

Die Dicke der Markstrahlen lässt sich am leichtesten auf einem glatten Querschnitt beurtheilen. Bei manchen Hölzern, z. B. bei den Eichenhölzern, ist die Dicke dieser Gewebe eine so beträchtliche, dass sie als doppelt contourirte, breite Streifen erscheinen. Bei vielen Hölzern treten sie dem freien Auge als deutliche Linien entgegen. Sehr häufig sind die Markstrahlen so fein, dass sie erst mit der Loupe deutlich wahrzunehmen sind, so z. B. bei allen Nadelhölzern, beim Guajakholz, Buchs-, Birken-, Blau- und Sappanholz, beim Holze der *Salix caprea* u. s. w. Die erste Art von Markstrahlen werde ich in der Folge als deutliche, die zweite als kenntliche, die dritte als unkenntliche Markstrahlen ansprechen. Die Hölzer mit deutlichen Markstrahlen besitzen manchmal auch kenntliche, oder kenntliche und unkenntliche, oder unkenntliche, die mit kenntlichen Markstrahlen oft auch noch unkenntlich. Die kenntlichen können aber auch als alleinige Repräsentanten der Markstrahlen auftreten.

Die unkenntlichen Markstrahlen bestehen gewöhnlich nur aus einer oder wenigen, die kenntlichen aus mehreren, die deutlichen aus vielen Reihen von Markstrahlenzellen. Doch ist die Zahl der Zellreihen noch keineswegs allein für die Deutlichkeit, Kenntlichkeit oder Unkenntlichkeit massgebend.

Als eine besondere Art von Markstrahlen, die nur auf bestimmte, und verhältnissmässig wenige Holzarten beschränkt ist, fasse ich die »scheinbar deutlichen« Markstrahlen auf. Ich verstehe hierunter solche Markstrahlen, die auf den ersten Blick als deutliche Markstrahlen imponiren, die aber bei genauer Untersuchung sich als Complexe sehr stark genäherter feiner (gewöhnlich unkenntlicher) Markstrahlen zu erkennen geben. Gewöhnlich fallen diese Markstrahlen dadurch auf, dass sie eine höchst unregelmässige Vertheilung auf dem Querschnitt des Holzes erkennen lassen, und hier nicht selten gegen die Rindenseite des Holzes hin verschwinden.

Typische Beispiele.

a) Holzarten mit deutlichen Markstrahlen.

Alle Eichenarten (besitzen auch unkenntliche).
Rothbuche (besitzt auch kenntliche und unkenntliche).
Wurzelholz von Sauerdorn.

b) Holzarten mit kenntlichen Markstrahlen.

Linden
Hartriegel } (besitzen auch unkenntliche).
Nussbaum

c) Holzarten, welche blos unkenntliche Markstrahlen führen.

Guajak.
Buchsbaum.
Haselnuss.

Alle Hölzer von Papilionaceen und Cæsalpineen, z. B.

Blauholz.
Sappanholz.
Amaranthholz.
Rothes Sandelholz.

d) Holzarten mit scheinbar deutlichen Markstrahlen.

Teakholz.
Erle.
Weissbuche.
Haselnuss.

Typische Beispiele über die Anzahl von Zellreihen, aus welchen die Markstrahlen bestehen.

Guajak	1	Zellreihe.
Erle	1	»
Schlingbaum	1	»
Ebenholz.	1	»
Rothes Sandelholz	1—2	»
Esche	1—4	»
Weissbuche	1—4	»
Birke	2—4	»
Blauholz	1—5	»
Spitzahorn (kenntliche Markstrahlen)	5—8	»
Sauerdorn (Wurzelholz)	4—10	»
Rothbuche (deutliche Markstrahlen)	bis 15	»
Eichen (deutliche Markstrahlen)	bis 30	»

Die Elemente der Markstrahlen, die Markstrahlenzellen sind nach radialer Richtung fast immer stark gestreckt, und gewöhnlich nach der radialen Längsrichtung etwas zusammengedrückt. Die für die Gestalt dieser Zellen massgebenden Dimensionen sind:

Die (radiale) Länge der Markstrahlenzelle.
Die (tangentiale) Breite.
Die Höhe.

In der unten folgenden Characteristik der Holzarten sind diese Dimensionen mit *r*, *t* und *h* bezeichnet. *r* und *t* sind den Querschnitten, *h* und *r* dem radialen Längsschnitte, *t* und *h* dem tangentialen Längsschnitte zu entnehmen. *t* und *h* zeigen bei einer und derselben Holzart gewöhnlich eine grössere Constanz als *r*.

Die Markstrahlenzellen können niemals mit freiem Auge, in einigen seltenen Fällen, z. B. beim echten Ebenholz, schon mit der Loupe wahrgenommen werden.

Typische Beispiele über die Dimensionen der Markstrahlenzellen.

	t			*h*		
Blauholz	0.007	Mm.	MW. [1]	0.009—0.017	Mm.	
Guajak	0.008	»	MW.	0.010	»	MW.
Zitterpappel	0.008—0.016	»		0.008—0.020	»	
Haselnuss	0.009	»	MW.	0.012	»	MW.
Hartriegel	0.010	»	MW.	0.014	»	MW.
Ulme	0.011	»	MW.	0.011	»	MW.
Gelbholz *(Maclura aur.)*	0.012	»	MW.	0.013	»	MW.
Nussbaum	0.013	»	MW.	0.012—0.036	»	
Schlingbaum	0.013	»	MW.	0.020	»	MW.
Hickory	0.013	»	MW.	0.012—0.036	»	
Birnbaum	0.014	»	MW.	0.015	»	MW.
Esche	0.014	»	MW.	0.016	»	MW.
Rothbuche	0.014	»	MW.	0.018	»	MW.
Rothes Sandelholz	0.016	»	MW.	0.021	»	MW.
Teakholz	0.016—0.033	»		0.017—0.037	»	
Korkholz (*Ochroma*)	0.020	»	MW.	0.016—0.074	»	
Echtes Ebenholz	0.024	»	MW.	0.026	»	MW.

Die Holzzellen sind in der Characteristik nur selten zu gebrauchen, da die Querschnittsdimensionen derselben — die Längenbestimmung stösst auf grosse Schwierigkeiten — gewöhnlich nur geringe Abweichungen erkennen lassen.

Die meisten Laubhölzer enthalten Holzzellen, welche eine Dicke von 0.015—0.020 Millim. aufweisen. Die Holzzellen der Nadelhölzer haben gewöhnlich eine beträchtlichere bis etwa 0.050 Millim. ansteigende Dicke.

1) MW. bedeutet in diesen beiden Columnen Mittelwerth.

Ich lasse hier einige characteristische Beispiele von Holzzellen folgen, deren Dicke unter oder über dem gewöhnlichen Werthe steht.

	Mittlere Dicke der Holzzellen.
Fisetholz	0.0075 Millim.
Palisander	0.0090 »
Beinholz	0.0098 »
Salweide	0.0110 »
Schlingbaum	0.0220 »
Erle	0.0250 »
Esche	0.0280 »

Gewöhnlich sind die Holzzellen mit Poren oder Tüpfeln versehen, nur selten kommen, wie z. B. beim Beinholz und Liguster, spiralig verdickte Holzzellen vor. Der Grad der Wandverdickung der Holzzellen kann manchmal mit Vortheil in der Characteristik der Holzarten verwendet werden.

In manchen Holzarten, z. B. im Holz der Eichen, der *Adenanthera-* und *Cedrela-*Arten u. s. w. treten neben den dünnwandigen Holzzellen noch dickwandige, an Bastzellen erinnernde Holzzellen auf, welche man Libriform-Fasern genannt hat, auf deren Vorhandensein in der Characteristik der Holzarten Rücksicht zu nehmen ist.

Gefässe. Es ist schon oben angeführt worden, dass im Holze der Nadelbäume die Gefässe fehlen, wenn man nämlich von dem im ersten Jahre gebildeten Holzringe absieht. In allen von Laubbäumen und von monocotylen Bäumen herrührenden Holzarten sind hingegen Gefässe stets vorhanden. Sie zeichnen sich nicht nur durch eine sehr augenfällige Sculptur ihrer Wände, sondern auch durch die Grösse des Querschnittes vor allen übrigen, an der Zusammensetzung des Holzkörpers Antheil nehmenden histologischen Elementen aus. Von den Gefässen des Nadelholzstammes soll hier, da selbe für die Characteristik der Arten des Coniferenholzes ziemlich bedeutungslos sind, nicht weiter die Rede sein.

Die Gefässe vieler Holzarten sind so weit, dass sie schon dem unbewaffneten Auge als Poren entgegentreten, wie folgende Beispiele belegen.

Besonders weite Gefässe finden sich im Holze vieler Papilionaceen und Cæsalpineen, z. B.:

	Mittlere Weite der Gefässe.
Blauholz	0.112 Millim.
Sappanholz	0.120 »
Amaranthholz	0.120 »
Rothes Sandelholz	0.240 »

Andere Hölzer mit grosser Weite der Gefässe:

	Mittlere Weite der Gefässe [1].
Korkholz *(Ochroma lagopus)*	0.140 Millim.
Esche	0.140 »
Ulme	0.158 »
Teakholz	0.160 »
Nussbaum	0.220 »
Hickory	0.248 »
Eichen	0.200—0.300 Millim.

Auch viele, besonders die weicheren Palmenhölzer, besitzen einzelne weite Gefässe, z. B. Dattelbaumholz (mittlere Weite der grossen Gefässe: 0.120 Millim.); die harten schweren Palmenhölzer, z. B. Kitool, führen nur kleine Gefässe.

Zahlreiche Holzarten existiren, deren Gefässweite immerhin noch so beträchtlich ist, dass man an ihren Querschnitten die Gefässe bei einiger Anstrengung mit freiem Auge wahrnehmen kann. Die Gefässweite beträgt bei ihnen 0.05—0.10 Millim. Hierher gehören:

	Mittlere Weite der Gefässe, respective der grossen Gefässe.
Hartriegel	0.056 Millim.
Linde	0.060 »
Spitzahorn	0.071 »
Erle	0.076 »
Echtes Ebenholz	0.080 »
Fisetholz	0.080 »
Birke	0.085 »
Sauerdorn (Wurzelholz)	0.088 »
Guajak	0.100 »

Die Gefässe einiger Holzarten sind so klein, dass sie erst mit der Loupe oder gar erst mit dem Mikroskop wahrgenommen werden können:

Pfaffenkäppchen	0.020 Millim.
Beinholz	0.020 »
Buchsholz	0.028 »
Weissdorn	0.030 »
Liguster	0.036 »
Birnbaum	0.040 »

Zahlreiche Holzarten bilden im Beginn jeder Vegetationsperiode grössere Gefässe (Frühlingsgefässe) als später. Sie enthalten dann — der Grösse nach — zweierlei Gefässe; hingegen existiren nicht

1) Wenn an einer der angeführten Holzart grosse und kleine Gefässe vorkommen, so haben die Zahlen auf die ersteren Bezug.

wenige, bei welchen alle in einem Holzringe auftretenden Gefässe annähernd gleiche Weite aufweisen. Für die Characteristik der Holzarten ist nicht zu übersehen, dass manchen derselben ein gefässfreies Herbstholz eigen ist. Einige typische Beispiele mögen diese drei Fälle anschaulich machen:

a) Holzarten mit ungleich grossen Gefässen.

	Gefässe des Frühlingsholzes.		Gefässe des Sommer- und Herbstholzes.	
	Mittlere Weite der Gefässe.			
Liguster	0.036	Millim.	0.016	Millim.
Kirsche	0.048	»	0.021	»
Linde	0.060	»	0.024	»
Salweide	0.060	»	0.028	»
Fiset	0.080	»	0.016	»
Faulbaum	0.083	»	0.016	»
Sauerdorn (Wurzelholz)	0.088	»	0.036	»
Esche	0.140	»	0.064	»
Ulme	0.158	»	0.036	»
Nussbaum	0.220	»	0.036	»
Hickory	0.248	»	0.035	»
Eichen	0.200—0.300	»	0.020—0.030	»

b) Holzarten mit nahezu gleich grossen Gefässen.

	Mittlere Weite der Gefässe.	
Beinholz	0.020	Millim.
Pfaffenkäppchen	0.020	»
Buchsbaum	0.028	»
Zitterpappel	0.030	»
Weissdorn, Birnbaum	0.040	»
Rothbuche	0.060	»
Spitzahorn	0.071	»
Guajak	0.100	»

c) Holzarten, deren Herbstholz gefässfrei ist.

Buchsbaum.

Pfaffenkäppchen.

Die Vertheilung der Gefässe im Holzringe lässt sich ebenfalls oft in der Characteristik verwenden. Manche Hölzer sind, wie Linde, Weissdorn und Rothbuche, reich, andere, wie z. B. Guajak, Ahorn, arm an Gefässen; bei einigen, wie z. B. Buchsbaumholz, Ahorn, Rothbuche vertheilen sich die Gefässe sehr gleichmässig über den Querschnitt des Holzes, im Gegensatze zu andern, z. B. Eichen, deren Frühlingsholz reich, deren Sommer- und Herbstholz arm an Gefässen ist. Die Gefässe finden sich meist im Holzgewebe zerstreut, und treten

dann einzeln oder in mehr oder minder langen Reihen auf, die entweder radial, d. i. parallel den Markstrahlen (gewöhnlichster Fall) oder tangential, oder schief gegen die Markstrahlen gestellt sind. Neben den Gefässgruppen erscheinen wohl stets auch vereinzelte Gefässe. Nur bei wenigen Holzarten kommen blos isolirte Gefässe vor.

Hölzer mit radialer Anordnung der Gefässe.

	Anzahl der eine Reihe bildenden Gefässe.
Hartriegel	3—5
Zitterpappel	2—3
Nussbaum	2—3
Faulbaum	2—9

Hölzer mit tangentialer Anordnung der Gefässe.

Liguster (Frühlingsholz)	meist 2
Sauerdorn (Wurzelholz)	2—4 (häufig auch schief gegen die Markstrahlen).

Hölzer mit vorwiegend schiefer Anordnung der Gefässe.

Fisetholz	meist 2
Linde	2—4
Salweide	2—3

Hölzer mit vorwiegend isolirten Gefässen.

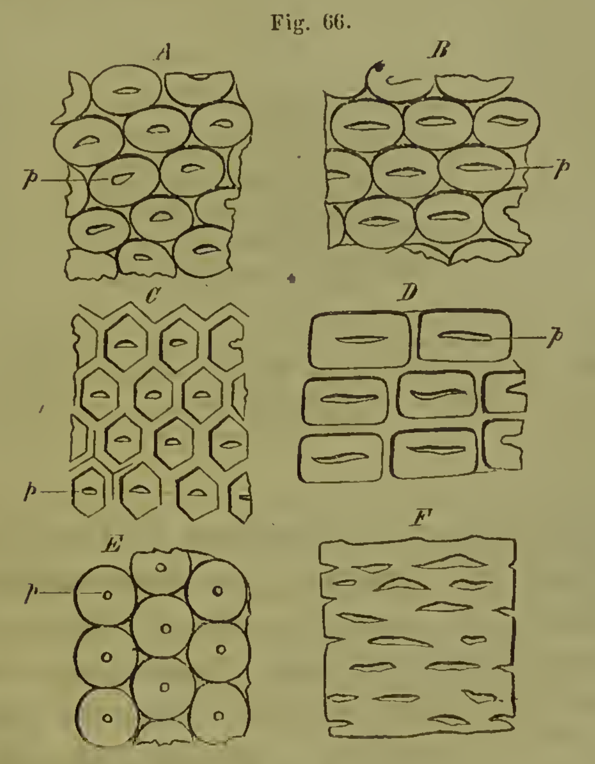
Amaranthholz
Elsbeere
Schlingbaum
Palisander.

Die Gefässwandverdickung, wie sie uns in der Sculptur der inneren Gefässwand entgegentritt, zeigt im grossen Ganzen bei den Holzarten eine auffällige Uebereinstimmung. Die Wände sind nämlich vorwiegend getüpfelt. Form und Grösse der Tüpfel geben bei manchen Holzarten werthvolle Anhaltspuncte für die Unterscheidung ab. Anderweitige Ausbildung der Gefässwände leistet gewöhnlich für die Characteristik der Holzarten gute Dienste. An vielen Hölzern sind die getüpfelten Gefässwände noch mit einem Spiralbande belegt, ein Fall, welcher wohl in keinem Holze so schön als in dem der Linde ausgeprägt sein dürfte. Hier sind sämmtliche Gefässwände spiralig verdickt. In manchen Hölzern ist blos ein Theil, gewöhnlich die dem Sommer- und Herbstholze angehörigen Gefässwände mit spiraligen Verdickungen versehen, so z. B. bei Zürgelbaum, Elsbeere, Ahorn, Sauerdorn. Vorwiegend getüpfelt sind die Gefässe des Beinholzes, porös die Gefässe

des Eschenholzes u. s. w. Die grossen Gefässe der Palmenhölzer sind häufig treppenförmig, die kleinen spiralig verdickt.

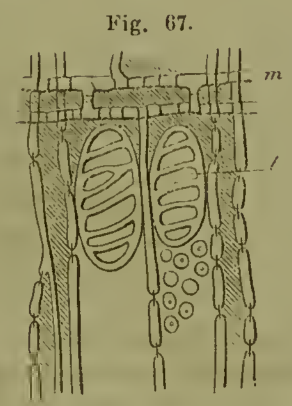
Bezeichnend für manche Holzarten, z. B. für Buchsbaum, Hartriegel, Kornelkirsche, Schlingbaum, Erle und Haselnuss, ist die leiter-

Fig. 66.



Vergr. 600. Bruchstücke von Gefässwänden verschiedener Hölzer. Bei *A*—*E* Tüpfel, bei *F* Poren. *p* Poren der Tüpfel. *A*, *B* Rothbuche, *C* Ahorn, *D* Tulpenbaum, *E* Ulme, *F* Esche.

Fig. 67.



Vergr. 100. Partie aus einem radialen Längsschnitt durch das Holz des Haselstrauchs. *l* Leiterförmige Querwand der Gefässe. *m* Markstrahlen. (Nach Schacht.)

förmige Durchbrechung der meist stark in die Länge gezogenen queren Gefässwände. (Fig. 67 *l*).

Auf den makroskopischen Aspect eines gespaltenen Holzes nimmt oft die Ausbildung der Gefässwand einen starken Einfluss. Im Längsschnitte erscheinen die Gefässe als Furchen, die z. B. bei Guajak matt grünblau, stellenweise schwefelgelb gefärbt, bei *Bocoa provacensis* silberglänzend, bei *Cedrela odorata* blutroth bis braunschwarz und glänzend, bei Palisander- und Teakholz pechschwarz und stark glänzend erscheinen.

Holzparenchym. Dieses Gewebe findet sich in den verschiedenen Holzarten in höchst verschiedenen Mengen und in sehr verschiedener Anordnung. Nur sehr wenigen Holzarten fehlt es gänzlich. Wenn es in grosser Menge im Holzkörper auftritt, so bildet es gewöhnlich tangential angeordnete Gewebszüge, erscheint somit im Querschnitt als ein senkrecht auf die Markstrahlen verlaufendes Gewebe. So beim rothen Sandelholz, wo die Holzparenchymzüge derart gross sind, dass man sie schon durch das freie Auge wahrnimmt, so beim Nussbaumholze, Hickoryholze, wo dieses Gewebe deutlich jedoch erst mit

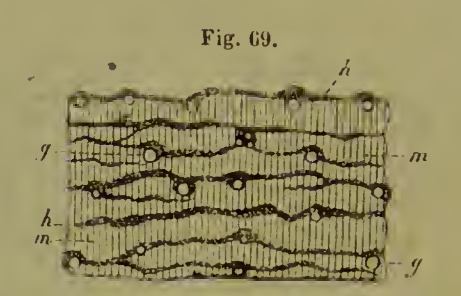
der Loupe zu sehen ist. In überaus feinen Linien tritt es im Teakholze auf. In dieser Anordnung folgt es häufig den Gefässen, diese entweder rundum (z. B. beim Condoriholze) oder blos an der nach Aussen hin liegenden Seite begrenzend (z. B. beim Amaranthholze). Häufig

Fig. 68.



Loupenansicht eines durch Amaranthholz geführten Querschnitts. *m m* Markstrahlen. *g g* Gefässe, nach der Rindenseite des Holzes hin von Holparenchym umgeben.

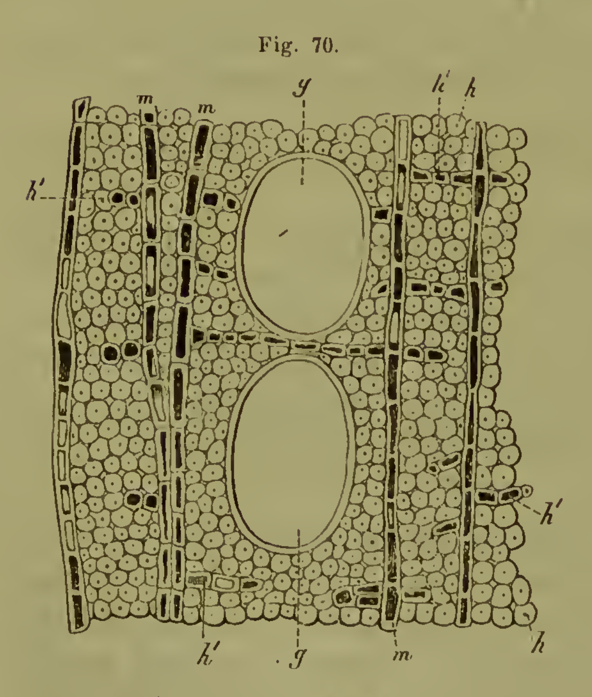
Fig. 69.



Loupenansicht eines durch rothes Sandelholz (*Pterocarpus santalinus*) geführten Querschnitts. *m m* Markstrahlen. *g g* Gefässe. *h h* Holzparenchym.

erscheint es in den querdurchschnittenen Jahresringen in Form von Bändern, quer liegenden Strichen und Puncten, wie beim Gelbholz (*Maclura aurantiaca*) und Blauholz. In geringerer Menge auftretend, erscheint es im Querschnitt nicht selten wie eine Auszweigung der Markstrahlen, ein Fall, wie ich ihn beim Eisenholz (*Casuarina equisetifolia*), grünem Ebenholz, Palisanderholz u. v. a. Holzarten beobachtet habe. Spärlich vorkommend, z. B. beim Holze der Erle, Birke, Tanne, ist es schwer, und nur in Längsschnitten nachweisbar.

Fig. 70.



Vergr. 300. Querschnitt durch das Holz der *Casuarina equisetifolia* (Eisenholz). *g g* Gefässe, *h h* Holzzellen, *m m* Markstrahlen, *h' h'* Holzparenchym.

Sehr selten scheint der Fall vorzukommen, dass das Holz der Hauptmasse nach aus Holzparenchym besteht, wie z. B. das Korkholz von *Ochroma Lagopus*. Im Erlenholze fehlt es fast gänzlich. Unter allen von mir untersuchten Laubhölzern habe ich kein einziges aufgefunden, welches völlig frei von Holzparenchym gewesen wäre.

In manchen Holzarten tritt Holzparenchym mit dünnwandigen Holzzellen, Gefässen und Leitzellen gemengt in scharf individualisirten Gewebszügen, die entweder tan-

gential oder radial angeordnet sind, auf, z. B. im Holze der Eichen, im Zürgelbaumholze u. s. w. Ich habe dieses Gewebe zum Unterschiede vom gewöhnlichen Holzparenchym im speciellen Theile dieses Abschnittes als Holzparenchymgewebe angesprochen.

Die Zellwand aller Elemente des Holzkörpers besteht gewöhnlich aus Cellulose, gemengt mit Holzsubstanz (incrustirende Materie), und färbt sich deshalb in Folge des Besitzes an letzterer Substanz durch schwefelsaures Anilin intensiv gold- bis orangegelb. Nach Entfernung der Holzsubstanz durch oxydirende Mittel (chlorsaures Kali und Salpetersäure, oder Chromsäure) färbt sich die zurückbleibende Cellulose der Zellwand durch Jodlösung und Schwefelsäure blau.

Die Zellwände sämmtlicher Gewebe der Farbhölzer führen ausser Cellulose noch die ihnen eigenthümlichen Pigmente (Haematoxylin, Brasilin, Berberin, Morin u. s. w).

Im Inhalte der das Holz aufbauenden Zellen findet sich vorwiegend Luft; nur die parenchymatischen Zellen — Markstrahlen- und Holzparenchymzellen — führen manchmal noch Stärke, Harzkörnchen, Farbstoffkörnchen, braune oder rothbraune bis braunschwarze, anscheinend harzige Massen, welche letzteren bei einigen Holzarten auch im Innern der Holzzellen und selbst der Gefässe (z. B. im Guajakholze) vorhanden sind.

In manchen Holzarten, z. B. im echten Ebenholz, im Blauholz, Teakholz, führen die Holzparenchym-, seltener die Markstrahlenzellen, Krystalle von oxalsaurem Kalk, die sich am leichtesten, nach Ueberführung in Kalk durch Verbrennung des Holzes in der Asche nachweisen lassen. Die Krystalle behalten hierbei ihre Gestalt. Manche Aschen, z. B. die des echten Ebenholzes und Teakholzes, bestehen fast gänzlich aus solchen Scheinkrystallen.

Chemische Beschaffenheit der Holzarten. Die überwiegende Mehrzahl der nicht gefärbten Holzarten scheinen eine grosse Uebereinstimmung in chemischer Beziehung zu besitzen. Ausser Cellulose und Holzsubstanz führen sie wohl nur noch kleine Mengen der gewöhnlichen Bestandtheile der Pflanzengewebe, nämlich Zucker, Dextrin, Stärke, Eiweiss, Gerbstoffe, Harz u. s. w. Die Aschenmenge, welche das Holz liefert, ist gewöhnlich nur eine geringe (meist 0.2—2 Proc.).

Nur wenige, nicht zu den Farbhölzern gehörige Holzarten enthalten eigenartige Stoffe, wie z. B. Guajakholz, in dessen Kern eine relativ grosse Menge von Guajakharz vorkommt. Bemerkenswerther ist die chemische Beschaffenheit der Farbhölzer, welche entweder Chromogene, oder intensiv gefärbte chemische Individuen in grösserer Menge führen. Die meisten dieser Substanzen sind krystallisirt, wie

das Haematoxylin, Santal, Brasilin, Fisetin, Berberin, Morin, Maclurin u. s. w.

Die meisten Farbhölzer geben mit gewissen Reagentien characteristische Farbenreactionen; so wird z. B. durch Ammoniak das Amaranthholz schmutziggrün, das Blauholz schwarzviolett, das Sappanholz purpurroth, das rothe Sandelholz vorübergehend schwarzroth.

Splint, Kernholz, Reifholz. Junges, weissliches oder gelbliches Holz wird bekanntlich Splint genannt. Alle Laub- und Nadelbäume bilden Splint. An manchen Baumarten ändert sich im Laufe der Entwicklung des Stammes das ältere Holz kaum merklich: das Holz selbst alter Stämme solcher Bäume zeigt eine grosse Gleichartigkeit. Baumarten, welche ein derartiges homogenes Holz besitzen, hat Nördlinger[1]) Splintbäume genannt. — An anderen Bäumen verwandelt sich der Splint mit der Zeit in ein merklich dunkleres, trockeneres, sonst aber physikalisch vom Splint nicht verschiedenes Holz, welches Nördlinger als Reifholz bezeichnet. Der genannte Forscher hat die Bäume, welche neben Splint noch Reifholz bilden, Reifholzbäume genannt. An manchen Bäumen setzt sich der Splint oder das Reifholz in Folge einer tief eingreifenden chemischen Metamorphose in ein tief dunkles, gewöhnlich im Vergleiche mit dem zugehörigen Splintholze physikalisch stark verändertes Holz um, welches man seit langer Zeit als Kern oder Kernholz bezeichnet. Bekannt ist, dass alle Farbholzbäume anfänglich einen ungefärbten Splint bilden, welcher sich mit der Zeit in einen tief gefärbten Kern umsetzt. Das bekannte schwere Guajakholz *(lignum sanctum)* ist das Kernholz des Baumes *Guajacum officinale*. Es zeichnet sich vor dem Splintholze dieses Baumes nicht nur durch seine dunkle Farbe — der Splint hat gewöhnliche Holzfarbe —, sondern auch durch sein beträchtlich höheres specifisches Gewicht, durch seinen Reichthum an Harz und durch geringere Aschenmenge aus. Bei manchen Holzgewächsen geht der Splint unmittelbar in Kernholz über, bei anderen erst, nachdem sich Reifholz gebildet hat. Erstere hat Nördlinger als Kernbäume, letztere als Reifholzkernbäume bezeichnet. — Fast immer ist die Grenze zwischen Splint, Reifholz und Kern an ein und demselben Stamme eine scharfe, und nur selten zeigt sich ein allmäliger Uebergang von einer dieser Holzart in die andere. Für die Characteristik der Holzarten ist die Unterscheidung von Splint-, Reif- und Kernholz nicht ohne Belang. Hier folgen typische Beispiele.

---

1) Die technischen Eigenschaften der Hölzer. p. 28 ff.

Splintbäume (durchwegs Laubbäume).

Ahorn.
Birke.
Weissbuche.
Haselnuss.
Zitterpappel.
Buchsbaum.

Reifholzbäume.

a) Laubbäume.
Birnbaum.
Weissdorn.
Elsbeere.
Linde.

b) Nadelbäume.
Fichte.
Tanne.

Reifholzkernbäume (durchwegs Laubbäume).

Pfaffenkäppchen.
Faulbaum.
Liguster.
Esche.
Rothbuche.
Salweide.
Ulme.

Kernbäume.

a) Laubbäume.
Kirsche.
Hartriegel.
Kornelkirsche.
Schlingbaum.
Zürgelbaum.
Nussbaum.
Ebenholz.
Alle Farbhölzer.

b) Nadelbäume.
Lärche.
Föhre.
Arve.
Wachholder.
Eibe.

Farbe und Glanz lassen sich wohl nur in einzelnen Fällen für die Characteristik der Holzarten verwenden, da die meisten Holzarten eine schwach gelbliche Farbe und einen schwachen Glanz besitzen.

Lebhafte Färbungen bietet nur der Kern der Bäume dar.

Typische Beispiele.

Gelbe Hölzer.

Boco: isabellgelb.
Fisetholz: goldgelb, mit einem Stich in's Grünliche.
Sauerdorn (Wurzelholz): citrongelb.
Gelbholz *(Maclura aurantiaca)*: orangegelb bis gelbbräunlich.

Rothe und violette Hölzer.

Amaranthholz: pfirsichblüthroth.

Sandelholz: tiefroth, verfärbt sich nach längerem Liegen an der Luft und wird dunkler.

Sappanholz: ziegelroth.

Fernambukholz: roth, etwas in's Bräunliche ziehend.

Blauholz: tiefroth, mit Neigung in's Violette.

Dunkle Hölzer.

Grünes Ebenholz: tief grünlichbraun.

Guajak: tief grünlichblau.

Palisander: chocoladebraun.

Teakholz: braunschwarz, in's Röthliche ziehend.

Schwarzes Cedernholz *(Nectandra sp.)*: schwarzbraun.

Eibenholzkern: tief braun, mit einem Stich in's tief Bläuliche.

Ebenholz: schwarz.

Noch verwendbarer für die Characteristik als die Massenfarbe eines Holzes ist die Färbung einzelner bestimmter histologischer Antheile des Holzkörpers, als: Farbe der Markstrahlen, des Holzparenchyms, des Frühlings-, Sommer- und Herbstholzes, der Gefässe u. s. w.

Die Markstrahlen erscheinen in der Regel im Querschnitt für das freie Auge heller als das Gewebe der Holzzellen, im Längsschnitt hingegen dunkler als dieses. Im Mikroskop sind gewöhnlich die Markstrahlen im Vergleiche zu dem übrigen Gewebe dunkler von Farbe. Das Holzparenchym erscheint im Querschnitt gewöhnlich in der Farbe der Markstrahlen. In der Regel nimmt die Färbung eines Jahresringes vom Frühlingsholze gegen die Herbstholzgrenze an Intensität der Färbung zu. Doch giebt es auch einzelne Holzarten, welche ein abweichendes Verhalten zeigen.

Stark glänzend, besonders auf den Spaltflächen, sind die weichen Nadelhölzer, das Holz von Ahorn, Fisetholz, Zürgelbaumholz u. s. w. Bemerkenswerth ist der seidige Glanz auf der Spaltfläche und der Fettglanz auf der Hirnfläche des schwarzen Cedernholzes *(Nectandra sp.)*. Manche Holzarten, wie z. B. das Guajakholz, sind glanzlos.

Nur wenige Holzarten besitzen Geruch oder Geschmack, welche Eigenthümlichkeiten für die Unterscheidung nicht unbeachtet bleiben dürfen. So besitzt frisch angeschnittenes Blauholz, wie bekannt, einen angenehmen veilchenartigen Duft, richtiger bezeichnet, den Geruch der Veilchenwurzel. In den Schriften über Waarenkunde wird angegeben, dass dieser Geruch unter den Farbhölzern blos dem Blauholze zukomme. Ich habe jedoch gefunden, dass auch das Sappanholz den gleichen Geruch besitzt. Das schwarze Cedernholz hat einen lieblichen, gewürzhaften, an Vanille erinnernden Geruch, weisses

Cedernholz riecht kampferähnlich u. s. w. Blauholz hat einen ausgesprochen süsslichen, Cedrelaholz einen bitteren Geschmack.

Dichte der Hölzer. Die Dichte der Holzarten reicht von 0.25 (Korkholz) bis 1.39 (Guajakholz). Frischgefälltes Holz ist beträchtlich schwerer als trockenes Holz. Aber selbst das trockene Holz einer und derselben Baumart variirt in Bezug auf Dichte häufig zwischen weiten Grenzen, besonders das Holz von weit verbreiteten Bäumen. So schwankt z. B. die Dichte des Tannenholzes zwischen 0.37—0.60, die des Fichtenholzes zwischen 0.35—0.60, die des Lärchenholzes zwischen 0.44—0.80, die des Birkenholzes zwischen 0.51—0.77, die der Eichenholzarten zwischen 0.53—1.03[1]. Die Dichten der leichtesten und schwersten Holzarten, beide aus den heissen Ländern stammend, variiren weniger. In der Characteristik der Holzarten lässt sich von der Dichte nur ein beschränkter Gebrauch machen. Für die Diagnose sehr leichter oder sehr schwerer Hölzer ist sie, wie leicht einzusehen, von hohem Werth; im Uebrigen kann sie zur beiläufigen Characterisirung immerhin dienen.

Zu den leichtesten Holzarten gehören die verschiedenen Arten von Korkholz, ferner das Holz der Pappeln, Weiden, Linden, Tannen, Fichten etc. (mittlere Dichte bis 0.5).

Hieran reihen sich: Faulbaum, Fisetholz, Ahorn, Rosskastanie, Erle, Föhre, virginische Ceder (mittlere Dichte bis 0.6).

Sodann folgen: Esche, Elsbeere, Zwetschke, Birnbaum, Rothbuche, Birke, Haselnuss (mittlere Dichte: 0.7—0.8).

Als schwer können bereits bezeichnet werden: Kornelkirsche, Liguster, Teakholz, Eiche, Weissdorn, Pfaffenkäppchen, Eibe (mittlere Dichte etwa 0.85—0.95).

Zu den schwersten Hölzern sind zu zählen: Guajakholz, schwarzes und grünes Ebenholz, Buchsbaum (mittlere Dichte über 1).

Die übrigen physikalischen Eigenschaften der Holzarten dürften für deren Unterscheidung wohl nur von unerheblichem Werthe sein; ebenso die Grade der Härte, Spaltbarkeit, Feinheit und Homogenität[2].

---

1) Alle in diesem Absatz angeführten Dichtenangaben beziehen sich auf trockenes Holz.

2) Ausführliche Angaben über die in technologischer Beziehung so wichtigen physikalischen Eigenschaften der Holzarten, nämlich über Wärmeleitung, Elasticität und Festigkeit finden sich in den Werken von Chevandier und Werthheim[1], Nördlinger[2] und Fowke[3].

1) Mémoire sur les propriétés mécaniques du bois. Paris 1848.

2) Die technischen Eigenschaften der Hölzer.

3) Tables of the Results of a Series of Experiments on the strenght of British Colonial and other woods. London 1867.

II. Uebersicht der Gewächse, deren Holz gewerblich benutzt wird.

1) Mimoseen.

Acacia Lebbek Willd. Casamance, Réunion. — Bois noir. — Sehr hartes und festes Arbeits- und Kunstholz. — Duchesne l. c. p. 256. Cat. des col. fr. p. 45.

A. molissima Willd. Victoria. — Wattle. — Fowke l. c. p. 70.

A. excelsa Benth. Queensland. — Rosewood. — Fowke l. c. p. 56.

Pithecolobium bigeminum Mart. (= Mimosa bigeminum L.). Indien. — Djengkol. — Miquel, Flora von Nederl. Indië. I. p. 33.

P. montanum Benth. Indien. — Zähes, feines Holz zu Schäften etc. — Miquel l. c. I. p. 37.

Xylia delabriformis Benth. (= Inga lignosa Grah. = Mimosa xylocarpa Roxb.). Indien, Singapore, philippinische Inseln. — Liefert vortreffliches Arbeitsholz. — Miquel l. c. I. p. 42.

Triptolomea sp. Brasilien. — Soll eine Art Rosenholz liefern. — Henkel, Naturproducte etc. I. p. 302.

2) Cæsalpineen.

Gleditschia triacanthos L. Mittleres und südliches Nordamerika. In Europa häufig in Gärten und Anlagen cultivirt. — Nördlinger l. c. p. 521.

Hæmatoxylon Campechianum L. (= H. spinosum Brown.). S. Blauholz.

Cæsalpinia brasiliensis Sw.
C. Crista L.
C. bijuga Sw. (= C. vesicaria Lam.)
C. echinata Lam.
} Liefern Rothholz.

C. Sappan L. S. Sappanholz.

C. obovata Willd. (= Poincinana insignis Humb., Bonp. et Kunth.) Am Amazonenstrom. — Soll eine Art Rosenholz liefern. (In Kunth's Gen. et sp. pl. ist jedoch darüber nichts angegeben).

C. coriaria Willd. Südamerika, Westindien. — Samak. — Fowke l. c. p. 14.

C. ferrea Mart. Brasilien. — Jucá, pao ferro. — Wittmack, Bot. Zeit. 1873. p. 262.

Coulteria tinctoria Kunth. (= Caesalpinia tinctoria Dombey). S. Rothholz.

Ceratonia Siliqua L. Südeuropa, Nordafrika. — Zu Tischlerarbeiten und Fourniren. — Duchesne l. c. p. 264. Wessely, offic. österr. Ausstellungsbericht Bd. V. p. 419.

Copaifera bracteata Benth. S. Amaranthholz.

Cercis siliquastrum L. Südeuropa, Kleinasien. — Kunstholz, Tischlerholz. — Böhmer l. c. p. 145. Duchesne l. c. p. 246.

C. canadensis L. (= *Siliquastrum cordatum Mönch*). Canada. — Kunstholz. — Böhmer l. c. p. 145. Nördlinger l. c. p. 516.

Tamarindus indica L. Indien. — Das Tamarindenholz dient zur Verfertigung von Möbeln. Miquel, Fl. v. Nederl. Indië. 1. p. 82.

Baphia nitida Afzel. Sierra Leone. — Das Holz, afrikanisches Rothholz (Camwood) genannt, dient als Farbholz: — Lindley, The veget. kingdom. p. 550. Henkel, Naturproducte etc. I. p. 325.

3) Papilionaceen.

Robinia Pseudoacacia L. Nordamerika; in Europa häufig cultivirt. — Sog. Acacienholz. — Tischler- und Wagnerholz. — Nördlinger l. c. p. 538.

R. panacoca Aubl. Südamerika. — Eisenholz, Jron wood, bois de fer Panacoco. — Aublet, Plantes de la Guiane. Cat. des col. fr. p. 42.

Cytisus laburnum L. Goldregen. Gebirgswälder des wärmeren Europas. Häufig cultivirt, besonders in Gärten. — Nördlinger l. c. p. 518.

Cyt. alpinus Mill. Gebirge des mittleren Europa und Schottland. — Nördlinger l. c. p. 518.

Castanospermum australe Cunn. Queensland, auch in Neusüdwales. — Bean-tree. — Fowke l. c. p. 54.

Bocoa provacensis Aubl. S. Bocoholz.

Hymenæa Courbaril L. Südamerika, Westindien. — Das sehr harte Holz wird in der Ebenisterie und als Möbelholz verwendet. — Böhmer l. c. p. 144. Duchesne l. c. p. 272. Cat. des col. fr. p. 27.

Pterocarpus santalinus L. fil. S. rothes Sandelholz.

Pt. indicus Willd. Molukken, Indien. — Das Holz, Kajoeholz, Kajoehoot genannt, ist schön, roth und hart und wird als Kunst- und Möbelholz gesucht. — Miquel l. c. I. p. 135.

Pt. suberosus L. (= *Pt. Montouchi Poir*). Südamerika. — Das sehr leichte Holz bildet ein Ersatzmittel für Kork. — Duchesne l. c. p. 280.

Asphalanthus Ebenus L. (= *Pterocarpns Ebenus Pers.*). Südamerika. — Liefert eine Art Ebenholz zu Möbeln. — Böhmer l. c. p. 99. Duchesne l. c. p. 260.

Dalbergia Sissoo Roxb. Indien. — Tischlerholz. — Cat. des col. fr. p. 58.

D. melanoxylon Perot. Westafrika. Ebène du Sénégal. — Duchesne l. c. p. 266.

Erythrina corallodendron L. Martinique, Guiana. — bois d'Imortel. Korallenholz. Kunstholz. — Cat. des col. fr. p. 27 und 41.

Machærium Schomburghii Benth.[1]) Guiana. — Bois de lettre marbré, Tiger wood. — Ebenisterie. — Cat. des col. fr. p. 42.

M. arboreum P. Thou. Guadeloupe. — Cat. des col. fr. p. 32.

Parkinsonia africana R. Br. Cap. — Wilde Lemoenhout. — J. Brown, Report of the Colonial Botanist. Cap Town 1866. p. 14.

Adenanthera pavonina L. Madagascar, Réunion. — Corail végétal. Das harte, schönfarbige Holz wird in der Ebenisterie verwendet. — Cat. des col. fr. p. 54.

4) Rosaceen.

Ferolia guianensis Aubl. (= F. variegata Lam.). Guiana, Guadeloupe. — Feroliaholz, bois satiné, bois marbré. — Kunstholz zu Möbeln und Marqueteriearbeiten. — Aublet, Plantes de la Guiane. Böhmer l. c. p. 123. Duchesne l. c. p. 247. Cat. des col. fr. p. 31.

5) Amygdaleen.

Amygdalus communis L. Mandel. Orient, Nordafrika, in Europa cultivirt. — Nördlinger l. c. p. 512.

Prunus avium L. S. Kirschbaumholz.

P. domestica L. Europa. — Zwetschkenbaumholz. — Nördlinger l. c. p. 532.

P. padus L. Europa. — Traubenkirschenholz. — Nördlinger l. c. p. 532.

P. mahaleb L. Südliches und mittleres Europa. — Steinweichsel, türkische Weichsel. — Nördlinger l. c. p. 532.

P. sphærocarpus Sw. Martinique. — Ausgezeichnetes Möbelholz. — Cat. des col. fr. p. 27.

6) Pomaceen.

Pirus communis L. S. Birnbaumholz.

P. malus L. Europa. — Apfelbaumholz.

Crataegus oxyacantha L. S. Weissdornholz.

Sorbus torminalis Crantz (= Pirus torminalis L.). Mitteleuropa. — Elsbeerholz.

S. aucuparia L. Europa. — Ebereschenholz. — Nördlinger l. c. p. 540.

S. domestica L. (= Mespilus domestica All). Europa. — Sperberbaumholz.

---

1) Ueber das Holz der brasilianischen Machærien s. auch Wittmack l. c. p. 258 ff.

7) Cassuvieen.

Pistacia lentiscus L. Mittelmeerländer. — Pistacienholz; zu eingelegten Arbeiten, auch von Drechslern gesucht. — Böhmer l. c. p. 169. Wessely l. c. V. p. 45.

Rhus cotinus L. S. Fisetholz.

R. rhodantemum F. Muell. Australien. — Light Yellow Wood. — Fowke l. c. p. 34.

R. typhynum L. Nordamerika. — Essigbaumholz. — Nördlinger l. c. p. 537.

Odina Wodier Roxb. Indien. — Röthliches, festes Holz. — Miquel l. c. I. 2. p. 622.

Mangifera indica L. Indien. — Manga. — Miquel l. c. I. 2. p. 629.

8) Connaraceen.

Omphalobium Lambertii DC. Guiana. — Bois de zebre. Für die Ebenisterie sehr gesucht. — Cat. des col. fr. p. 40.

9) Amyrideen.

Amyris balsamifera L. Südamerika, Westindien. — Bois de Rhodes, bois de roses. — Wright (Account of the medic. plants grow. Jamaica) leitet hiervon ein gelbes, zur Darstellung eines ätherischen Oels dienendes Rosenholz ab. Häufig wird dieser Baum jedoch irriger Weise als Stammpflanze des als Kunstholz benutzten rothen Rosenholzes bezeichnet, dessen Abstammung noch nicht sichergestellt ist[1].

10) Aurantiaceen.

Chalcas paniculata L. (= Camunium japonense Rumph.). Amboïna. — Camuneng. — Schön geflammtes, gelb und dunkel rothbraun gefärbtes, dichtes und schweres Drechslerholz. — Rumph, Herbar. Amboïnese V. p. 26. Duchesne l. c. p. 204.

11) Guttiferen.

Calophyllum Inophyllum Lam. Indien. — Liefert ein sehr festes Holz. — Böhmer l. c. p. 208. Duchesne l. c. p. 199.

Mesua ferrea L. (= Calophyllum nagassarium Rumph). Indien. — Eisenholz, Gangan. — Duchesne l. c. p. 200.

12) Rutaceen.

Fagara pterota L. Westindien. — Eisenholz. (?)

13) Zygophylleen.

Guajacum officinale L. S. Guajakholz.

---

1) Nach Wittmack (l. c.) scheint echtes Rosenholz (aus Bahia) von der Lythracee: *Physocalymma floribundum Pohl* abzustammen.

14) Zanthoxyleen.

Zanthoxylon caribæum Lam. Südamerika und Westindien. — Bois épineux blanc. — Sehr gesuchtes Arbeitsholz. — Cat. des col. fr. p. 27 und 31.

Ptelea trifoliata L. Nordamerika. — Nördlinger l. c. p. 533.

15) Staphyleaceen.

Staphylea pinnata L. Europa. — Pimpernussholz. — Nördlinger l. c. p. 541.

St. trifoliata L. Nordamerika.

16) Celastrineen.

Evonymus europæus L. S. Spindelbaumholz.

E. latifolius Scop. S. Spindelbaumholz.

Myginda sp. Martinique. — Bogarrier bâtard. — Cat. des col. fr. p. 26.

17) Aquifoliaceen.

Ilex aquifolium L. Westliches und südliches Europa. — Stechpalmenholz. — Nördlinger l. c. p. 522.

18) Rhamneen.

Rhamnus chatarticus L. Europa. — Kreuzdornholz. — Nördlinger l. c. p. 536.

R. frangula L. S. Faulbaumholz.

R. ferreus Vahl (= Ceanothus discolor Vent.). Caraïben. — Eisenholz. — Böhmer l. c. p. 260.

Elæodendron sp. Cap. — Saffraanhout. — J. Brown l. c. p. 13.

19) Euphorbiaceen.

Buxus sempervirens L. S. Buchsbaumholz.

Claoxylon sp. Indien. — Bois cassant. — Miquel, Fl. v. N. I. 2. p. 285.

Amanoa guianensis Aubl. Südamerika. — Bois de lettre rouge, bow-wood. — Cat. des col. fr. p. 40.

20) Hippocastaneen.

Aesculus hippocastanum L. Westasien, in Europa häufig cultivirt. — Rosskastanienholz. — Nördlinger l. c. p. 510.

21) Sapindaceen.

Stadtmannia oppositifolia Lam. — Ile-de-France. — Liefert eine Art Eisenholz. — Duchesne l. c. p. 195.

St. australis R. Br. Neusüdwales. — Tamarind tree. — Natural and Industrial Products of New South Wales. Sydney 1867. (Botanischer Theil von Ch. Moore, Director des botan. Gartens zu Sydney) II. p. 20.

Toulicia guianensis Aubl. Südamerika. — Bois flambeau, candle wood. — Aublet, Plantes de la Guiane. — Cat des col. fr. p. 39.

Cossignia borbonica DC. Réunion. — Bois de fer de Judas. — Duchesne l. c. p. 195.

Lepisanthes montana Bl. Java, Indien. — Kiparai. — Miquel, Fl. v. N. Ind. I. 2. p. 562.

Aritera littoralis Bl. Indien. — Ki hoë. — Hartes Holz zu Werkzeugen. — Miquel l. c. I. 2. p. 568.

Schleichera trijuga Willd. Indien. — Kessambi. — Festes Arbeitsholz. — Miquel l. c. I. 2. p. 573.

Irina glabra Bl. Indien. — Lengsar. — Miquel l. c. I. 2. p. 559.

Xenospermum Norhonianum Bl. Java. — Tjerogol monjet. — Hartes, dauerhaftes Holz, in Java stark benutzt. — Miquel l. c. I. 2. p. 553.

Ptæroxylon utilis Ecklon et Zeih. Cap. — Capensisches Mahagoniholz.

22) Erythroxyleen.

Erythroxylon areolatum Lam. Carthagena. — Liefert eine Art Eisenholz. — Duchesne l. c. p. 197.

23) Acerineen.

Acer campestre L. Feldahornholz, Massholderholz. S. Ahornholz.

A. platanoides L. Spitzahornholz. S. Ahornholz.

A. pseudoplatanus L. Bergahornholz. S. Ahornholz.

A. negundo L. (= Negundo fraxinellifolium L.). Nordamerika. — Holz des eschenblätterigen Ahorn. — Box elder-wood. — Nördlinger l. c. p. 508. Michaux (F. A.), Hist. des arbr. forest. de l'Amer. septent. II. p. 247.

A. dasycarpum Ehrh. (= A. virginianum Mill.). Nordamerika. — Silberahornholz. Erable blanc. — Duchesne l. c. p. 195. Nördlinger l. c. p. 508.

A. saccharinum L. Nordamerika. — Zuckerahornholz. — Nördlinger l. c. p. 509.

A. pensylvanicum Du roi. Nordamerika. — Erable jaspé. — Duchesne l. c. p. 195.

A. tataricum L. Asien und Südosteuropa. — Tartarischer Ahorn. — Nördlinger l. c. p. 510.

24) Sarmentaceen.

Vitis vinifera L. Rebenholz.

25) Cedrelaceen.

Cedrela odorata L. S. Cedrelaholz.

C. guianensis Aubl. Südamerika. — Cedrelaholz. Acajou femelle. — Aublet, Plantes de la Guiane. Cat. des col. fr. p. 39.

C. Toona Roxb. Indien. — Toon. — Liefert eine Art Mahagoni. — Roxburgh, Flora indica. I. p. 635. Fowke l. c. p. 16.

Swietenia Mahagoni L. (= Cedrus Mahagoni Mill.). S. Mahagoniholz.

S. multijuga Schiede. S. Mahagoniholz.

S. chloroxylon Roxb. Indien. — Liefert ein geschätztes Kunstholz. — Cat. des col. fr. p. 57.

Khaya senegalensis Guill et Perott. (= Swietenia senegalensis Desn.). S. Caïlcedraholz.

26) Tiliaceen.

Tilia parvifolia Ehrh. S. Lindenholz.

T. grandifolia Hoff. (= *T. grandiflora Ehrh.*). S. Lindenholz.

27) Malvaceen.

Hibiscus tiliacens L. Indien. — Liefert ein Korkholz (bois de liége). — Duchesne l. c. p. 213.

28) Bombaceen.

Bombax Conyza Burm. Ceylon. — Liefert eine Art Korkholz. — Duchesne l. c. p. 216.

Ochroma lagopus Swartz (= Bombax pyramidale Cav.). S. Korkholz.

Thespesia sp. Westküste Afrikas. — Cam wood, Gabonholz, eine Art Rothholz. — Bancroft l. c. II. p. 552.

29) Büttneriaceen.

Assonia populnea Cav. Réunion. — Liefert ein für feine Tischlerarbeiten sehr gesuchtes Holz. — Cat. des col. fr. p. 52.

Heriteria littoralis Dryand. Indien. — Sehr hartes dauerhaftes Holz, Djoeng goeng genannt. — Miquel l. c. I. 2. p. 180.

30) Dipterocarpeen.

Hopea Balangeran Korth. Indien. — Balangeran. — Miquel l. c. II. p. 1051.

Shorea robusta. Indien. — Surreyn, Saul, Sâl. — Fowke l. c. p. 16.

31) Myrtineen.

Eucalyptus botryoides Sm. Neusüdwales. — Bastard-Mahagoni. — Natural Products of New South Wales. p. 48.

E. sp. Neusüdwales. — White-Mahagoni, Colonial-Mahagoni. — Natural Pr. of N. S. W. I. p. 48. II. p. 11.

Eugenia acris W. et A. Westindien. — Myrthenholz. Ausgezeichnet für die Ebenisterie. — Cat. des col. fr. p. 31.

32) Rhizophoreen.

Rhizophora Mangle L. Westindien, Brasilien. — Manga robeira, Mongue sapateiro. Holz für die Ebenisterie. Soll das Pferdefleischholz des Handels geben. — Göppert über ausländische Hölzer des deutschen Handels. Bonplandia 1862. p. 200. Cat. des col. fr. p. 31. Wittmack l. c.

33) Polygaleen.

Xanthophyllum vitellinum Bl. Indien. — Kitelor (malaiisch). — Sehr dauerhaftes, faseriges Holz. — Miquel l. c. I. 2. p. 129.

34) Magnoliaceen.

Liriodendron tulipifera L. Nordamerika. — Tulpenbaumholz. Yellow Poplar (nordamerikanische Benennung). Werkholz. — Pursh, Flora americ. septen. II. p. 383. Nördlinger l. c. p. 525.

Illicium anisatum L. China, Cochinchina. — Wird als Stammpflanze des Anisholzes bezeichnet. — Böhmer l. c. p. 55.

35) Berberideen.

Berberis vulgaris L. S. Sauerdornholz.

36) Corneen.

Cornus sanguinea L. S. Hartriegel.

C. mascula L. S. Kornelkirsche.

37) Lonicereen.

Lonicera xylosteum L. S. Beinholz.

Viburnum Lantana L. S. Schlingholz.

V. dentatum Willd. Nordamerika. — Arrow wood. — Pursh l. c. I. p. 202.

Sambucus nigra L. Europa. — Hollunder. — Nördlinger l. c. p. 539.

38) Rubiaceen.

Exostemma floribundum Röm. et Sch. Westindien. — Bois tabac. — Cat. des col. fr. p. 25 und 29.

Genipa americana L. Nordamerika. — Holz zu Gewehrschäften. — Duchesne l. c. p. 150.

Chymarrhis cymosa Jacq. Martinique, Guadeloupe. — Das Holz ist für Möbel sehr gesucht. — Cat. des col. fr. p. 24 und 29.

Nauclea grandifolia DC. Java. — Das rothe, feste Holz wird Galeh (sundanesisch) und Ati (malaiisch) genannt. — Miquel l. c. II. p. 139. Das Wurzelholz dieser und anderer *Nauclea*-Arten zeichnet sich durch Zähigkeit, Härte und Festigkeit aus, und wird zur Verfertigung von Werkzeugstielen u. s. w. verwendet. Miquel l. c. II. p. 141.

Hymenodyction Horsfieldii Miq. Indien. — Blendreng. — Miquel l. c. II. p. 154.

39) Oleaceen.

Olea europæa L. Südeuropa. — Oelbaumholz.

O. lancea Lam. Réunion. — Das sehr harte und dauerhafte Holz findet in der Ebenisterie Anwendung. — Cat. des col. fr. p. 51.

O. undulata Jacq. Cap. — Schwarzes Eisenholz. — Henkel, Naturproducte etc. p. 320.

O. paniculata R. Br. Neusüdwales und Queensland. — Marble wood. — Fowke l. c. p. 34 und 54.

O. americana Mich. Nordamerika. — Divil wood. — Michaux l. c. III. p. 50.

Ligustrum vulgare L. S. Rainweidenholz.

Syringa vulgaris L. Persien, in Europa häufig in Gärten cultivirt. — Fliederholz. — Nördlinger l. c. p. 541.

40) Monimieen.

Mithridatea Tamburissa L. (= *Ambora Tamburissa Lam.*). Mascarenen und Madagaskar. — Sehr leichtes Holz, bois de tambour genannt. — Cat. des col. fr. p. 51.

41) Loganiaceen.

Fagræa peregrina L. Indien. — Königsholz. — Henkel l. c. p. 322.

42) Ebenaceen.

Diospyros Ebenum Retz. S. Ebenholz.

D. melanida Poir. S. Ebenholz.

D. ebenaster Retz. Indien. — Liefert auch eine Art Ebenholz. — Cat. des col. fr. p. 56.

D. tesselaria Poir. Indien. — Desgleichen. — Duchesne l. c. p. 147.

D. chloroxylon Roxb. Indien. — Kunstholz. — Roxburgh, Plants of the coast of Coromandel.

D. melanoxylon Roxb. Indien. — Ebenholz. — Roxburgh l. c.

D. hirsuta L. fil. Ceylon. — Calamander- oder Coromandelholz. — Henkel l. c. p. 324.

Maba Ebenus R. Br. (= *Ebenoxylon verum Lour.*). Indien, Ceylon. — Ebenholz, Kajoë arang (malaiisch). — Miquel l. c. II. p. 1051.

Euclea sp. Cap. — African Ebony. — J. Brown, Report of the Colonial Botanist. Cap Town 1866. p. 7.

43) Fraxineen.

Fraxinus excelsior L. S. Eschenholz.

44) Apocyneen.

Plumiera articulata Vahl. Guiana. — Balata blanc. — Cat. des col. fr. p. 38.

Aspidospermum excelsum Benth. Guiana. — Paddle wood. — Cat. des col. fr. p. 38.

Alstonia spectabilis R. Br. Indien. — Liefert eine Art Korkholz. — Miquel l. c. II. p. 437.

45) Asclepiadeen.

Periploca græca L. Orient, Griechenland, Russland. — Zähes Holz zu Drechslerarbeiten. — Pallas, Flora rossica. I. 2. p. 136. Böhmer l. c. p. 144.

46) Cordiaceen.

Cordia Gerascanthus L. Westindien. — Bois de Cypre, bois de Rhodes, bois des roses, Spanish Elm. Rosenholz. Kunstholz. — Duchesne l. c. p. 98. Fowke l. c. p. 28. Cat. des col. fr. p. 25.

C. sebestina L. Westindien. — Rosenholz. — Duchesne l. c. p. 98.

C. scabra Desf. Martinique. — Rosenholz. — Göppert l. c. p. 200.

47) Convolvulaceen.

Convolvulus scoparius L. Canarische Inseln. — Rosenholz. — Linné fil., Suppl. plant. p. 135.

C. floridus L. Canarische Inseln. — Rosenholz. — Duchesne l. c. p. 101.

48) Bignoniaceen.

Bignonia spathacea L. (= *Spathodea longifolia Vent.*). Malabar. — Gilt als Stammpflanze des Pferdeholzes oder Pferdefleischholzes, welches in neuerer Zeit häufig zur Verfertigung von Maschinenbestandtheilen verarbeitet wird. — Böhmer l. c. p. 184 (vgl. oben bei *Rhizophora Mangle*).

B. pentaphylla Juss. Martinique. — Holz zu Möbeln. — Cat. des col. fr. p. 25.

B. leucoxylon L. S. grünes Ebenholz.

Catalpa longissima Sim Westindien. — Chêne des Antilles. — Cat. des col. fr. p. 25.

Jacaranda brasiliensis Pers. S. Palisanderholz.

49) Verbenaceen.

Tectona grandis. S. Teakholz.

T. australis Hill. Queensland. — Beech. — Fowke l. c. p. 46.

Vitex pubescens Vahl. Indien. — Sehr hartes Holz. — Miquel l. c. II. p. 862.

Avicennia officinalis L. Indien. — Api-Api. — Miquel l. c. II. p. 913.

Aegiphila martinicensis L. Westindien. — Bois Cabri. — Cat. des col. fr. p. 29.

50) Gesneriaceen.

Fieldia africana Cunn. Westliches Afrika. — Afrikanisches Teakholz. — Henkel l. c. p. 314.

51) Symplocaceen.

Symplocus tinctoria L. Carolina. — Sweet-wood. Eine Art Gelbholz. — Miquel, Bearbeitung dieser Familie in: Martius, Flora Brasil. VII. p. 35.

52) Sapotaceen.

Sapota Mülleri Bleck. Guiana. — Bully tree wood, Balata rouge. — Cat. des col. fr. p. 39.

Sideroxylon tenax L. Guadeloupe. — Eisenholz (bois de fer). — Cat. des col. fr. p. 29.

S. cinereum L. Réunion. — Eisenholz. — Duchesne l. c. p. 115. Cat. des col. fr. p. 51.

S. inerme L. (= S. atrovirens L.). Ostafrika. — Eisenholz. — Duchesne l. c. p. 115.

S. sp. Guiana. — Eisenholz. — Cat. des col. fr. p. 115.

Labatia macrocarpa Mart. Guiana. — Balata indien. — Cat. des col. fr. p. 39.

Mimusops Kauki L. Indien. — Liefert ein rothes, festes, viel gebrauchtes Holz. — Miquel, Fl. v. Nederl. Indië. II. p. 1043.

M. elata Fr. All. Brasilien. — Massaranduba. — Wittmack l. c. p. 262.

M. sp. Südamerika. — Bois de natte. — Guibourt, Hist. nat. des drog. VI. Ed. II. p. 588 ff.

M. sp. Cap. — Red Milkwood. — J. Brown l. c. p. 10.

Libourdanaisia sp. Südamerika. — Bois de natte. — Guibourt l. c. p. 588.

Dipholis salicifolia DC. Westindien. — Das blutrothe Holz ist im Handel als Galimetta-wood bekannt. — Martius-Eichler, Flora Brasil. VII. p. 118.

53) Ericeen.

Erica arborea L. Südeuropa, Nordafrika. — Das Wurzelholz (racine de bruyère), zu Schnitz- und Dreharbeiten, besonders zu Pfeifenköpfen, stark verwendet.

Clethra obovata Ruiz et Pav. Peru. — Liefert ein Holz von grosser Härte. — Martius, Flora Brasil. VII. p. 181.

54) Compositen.

Eurybia argophylla Cass. Neuholland. — Musk-wood. Australisches Bisamholz. — Nat. Prod. of N. S. W.

55) Proteaceen.

Stenocarpus salignus. Neusüdwales. — Beef-wood. — Nat. Prod. of N. S. W. II. p. 14.

56) Aquilarineen.

Excoecaria Agalocha L. Indien. — Aloë-, Adler-, oder Paradiesholz. Wird in der Parfümerie und zur Herstellung verschiedener Luxusgegenstände angewendet. — Rumphius, Herbarium Amboïn. Duchesne l. c. p. 304.

57) Elæagneen.

Nyssa aquatica L. Nordamerika. — Liefert eine Art Korkholz. — Böhmer l. c. p. 136.

N. tomentosa A. Mich. Nordamerika. — Das zarte, korkartig leichte Holz führt den Namen Tupeto-wood. — Michaux l. c. II. p. 255.

Hippophaë rhamnoides L. Wärmeres Europa. Seekreuzdorn. — Nördlinger l. c. p. 522.

Bucida buceros L. Südamerika, Westindien. — Chêne français des Antilles. Kunstholz. — Aublet, Plantes de la Guiane. — Duchesne l. c. p. 51.

58) Santalaceen.

Santalum album L. S. weisses Sandelholz.

59) Nyctagineen.

Andradœa floribunda Allem. Brasilien. — Liefert ein violettfärbendes Holz. — Martius-Eichler, Flora Brasil. Fasc. 58. p. 376.

60) Laurineen.

Camphora officinalis C. G. Nees. (= Laurus Camphora L.). Ostasien, Indien. Kampferholz. Dieses dem Insectenfrasse nicht unterworfene Holz wurde zuerst von Loureiro als Möbelholz vorgeschlagen. — Loureiro, Flora Cochin. p. 306.

Nectandra sp. Guiana. — Cedre noir. — Cat. des col. fr. p. 38.

N. concinna Nees. Martinique. — Laurier marbré. — Sehr gesuchtes Kunstholz, besonders für Arbeiten der Ebenisterie. — Cat. des col. fr. p. 24.

N. Rhodiaei Schomb. Guiana. — Greenheart, Sipiri, Hitchia. — Fowke l. c. p. 12[1]).

Licaria guianensis Aubl. Südamerika. — Bois de rose. — Kunstholz mit Rosengeruch. — Aublet, Plantes de la Guiane. Cat. des col. fr. p. 38.

Cryptocarya obovata R. Br. Australien. — White Sycamore. — Natural Products of New South Wales etc. II. p. 18.

Endiandra glauca R. Br. Australien. — Teak-wood. — Natural Products of New South Wales etc. II. p. 19.

Lepidadenia Wightiana Nees. Vorderindien, Java. — Das Holz wird in den Heimatländern und im Handel Tang-kalak (sundanesisch) genannt. — Miquel, Flora von Nederl. Indië. I. p. 934.

61) Artocarpeen.

Morus alba L. Mittleres Asien; im wärmeren Europa häufig cultivirt. — Maulbeer. — Drechslerholz. — Nördlinger l. c. p. 526.

Maclura aurantiaca Nutt. (= *Morus tinctoria L.* = *Broussonetia tinctoria Kunth.*). S. echtes Gelbholz.

M. javanica Miq. (= *Trophis spinosa Bl.* = *Cudranus bimanus Rumph.*). Indien. — Eine Art von Gelbholz, die jedoch nicht nach Europa zu kommen scheint. — Miquel l. c. I, 2. p. 281.

Platanus occidentalis L. Nordamerika; in Europa häufig cultivirt. — Platanenholz; im amerikanischen Handel Button-wood genannt. — Pursh, Flora americ. sept. II. p. 635. Nördlinger l. c. p. 528.

Piratinera guianensis Aubl. Südamerika. — Letterholz (lettre-wood, bois de lettre), auch wegen der Aehnlichkeit der Zeichnung des Holzes mit der Zeichnung einer Muscatnuss, Muscatholz genannt. — Aublet, Plantes de la Guiane. p. 888. Cat. des col. fr. p. 37.

Artocarpus integrifolia L. fil. Liefert in Brasilien das Jacqueiraholz. — Wittmack l. c. p. 261.

62) Balsamiflua.

Altingia excelsa Noron. (= *Liquidambor Altingianum Bl.*). Java. — Rasamala. — Hartes, feines, braunes, balsamisch riechendes Holz. — Junghuhn, Java. p. 322.

63) Betulaceen.

Alnus glutinosa Gärtn. S. Erlenholz.

A. incana Willd. S. Erlenholz.

Betula alba L. S. Birkenholz.

---

1) Ueber das Holz brasil. Nectandra-Arten (Canella preta etc.) s. Wittmack l. c.

B. lenta L. Nordamerika. — Mountain-Mahagony, Black birch. — Pursh, Flora americ. septent. II. p. 109. Michaux l. c. II. p. 147.

64) Cupuliferen.

Carpinus betulus L. S. Weissbuchenholz.

Ostrya virginiana L. (= O. virginiana Willd. = O. triflora Mönch). Virginisches Buchenholz.

Corylus avellana L. S. Haselnussholz.

C. colurna L. Türkisches Haselnussholz. S. Haselnussholz.

Fagus silvatica L. S. Rothbuchenholz.

Castanea vesca Gärt. Edelkastanienholz. — Nördlinger l. c. p. 515.

Quercus sessiliflora Sm. (= Quercus robur L.). Steineiche.
Q. pedunculata Ehr. Stieleiche.
Q. Cerris L. Zerr- oder burgundische Eiche.
Q. pubescens Willd. Weichhaarige Eiche.
} S. Eichenholz.

Von südeuropäischen und westasiatischen Eichen liefern nach Kotschy (Die Eichen Europas und des Orients, 1862) folgende Arten brauchbares Werkholz:

Quercus syriaca Kotschy. Holz weich, aber zähe, zu feineren Holzarbeiten.

Q. rigida Willd. Festes, zähes Holz zu Ackergeräthen.

Q. tauricola Kotschy. Holz von ausserordentlicher Festigkeit. — Kotschy empfiehlt die Cultur dieses Baumes in Europa.

Q. Ithaburensis Dcsn. Das Holz wird im Hafen von Kaifa zur Herstellung von Küstenfahrzeugen verwendet.

Q. confecta Kit. Das Holz empfiehlt sich zum Schiffsbaue.

Q. Look Kotschy. Zu Ackergeräthen.

Q. Ilex. Zu Wasserbauten

65) Salicineen.

Salix alba L. Europa. — Weissweidenholz. — Nördlinger l. c. p. 538.

S. caprea L. S. Salweidenholz.

Populus tremula L. S. Zitterpappelholz.

P. alba L. Europa. — Silberpappelholz. — Nördlinger l. c. p. 590.

P. nigra L. Europa. — Schwarzpappel. — Nördlinger l. c. p. 530.

66) Ulmaceen.

Ulmus campestris L.
U. suberosa Ehr. } S. Ulmenholz.
U. effusa Willd.

Celtis australis L. S. Zürgelbaumholz.

C. rhamnoides Willd. Cap. — Camdeboo Stink-wood. — J. Brown l. c. p. 7.

67) Juglandaceen.

Juglans regia L. S. Nussholz.

J. nigra L. Schwarznussholz. — Nördlinger l. c. p. 522.

Carya alba Mill. (= *Juglans alba L.*). S. Hickoryholz.

68) Casuarineen.

Casuarina equisetifolia Forst. S. Eisenholz.

C. muricata Roxb. Indien. — Liefert eines der härtesten Hölzer (Eisenholz). — Cat. des col. fr. p. 55.

C. quadrivalvis Labill. Neusüdwales. — Swamp Oak. — Fowke l. c. p. 34.

C. torulosa R. Br. Queensland. — Forest Oak. — Fowke l. c. p. 42.

69) Coniferen.

Abies pectinata DC. (= *Pinus Picea L.*). S. Tannenholz.

A. excelsa DC. (= *Pinus abies L.*). S. Fichtenholz.

Larix europæa DC. (= *Pinus Larix L.* = *Abies Larix Lam.* = *Larix decidua Mill.*). S. Lärchenholz.

Pinus silvestris L. S. Weissföhrenholz.

P. laricio Poir. (= *P. nigricans Host.*). S. Schwarzföhrenholz.

P. Cembra L. S. Zirbelkieferholz.

P. Cedrus L. (= *Abies Cedrus Lam.* = *Larix Cedrus H. Par.*).

P. Mughus Scop. (= *P. pumilio Hænke*). Legföhre. — Nördlinger l. c. p. 525. Schrader, Das Holz der Coniferen. Dresden 1872. p. 40. (Auch Tharandter forstliches Jahrbuch 1872. p. 38.)

P. Massoniana Lamb. Indien. — Tinyooben. — Fowke l. c. p. 22.

P. Strobus L. Weymouthskiefer. — Nördlinger l. c. p. 528. Schrader l. c. p. 38. Wiesner, Techn. Mikr. p. 146.

P. Taeda L. S. Weihrauchkiefer.

Juniperus communis L. S. Wachholderholz.

J. virginiana L. S. virginisches Cedernholz.

Cupressus thyoïdes Willd. Nordamerika. — Von diesem Baume leitet Michaux, Histoire des arbres forest. de l'Amerique sept. III. p. 20 das weisse Cederholz (White Cedar) ab. — Pursh l. c. II. p. 646.

Thuja occidentalis L. S. Lebensbaumholz. Weisses Cederholz. (?)

Th. orientalis Vahl. Orient. — In anderen warmen Ländern seines harten dauerhaften Holzes wegen häufig gezogen.

Callitris quadrivalvis Vent. (= Thuja articulata Vahl.). Nordafrika. — Das Holz wird seines schönen Fluders wegen gern als Möbelholz benutzt. — Wessely im offic. österr. Ausstellungsbericht, Bd. V. p. 419.

Fitzroya patagonica Hook. Chili. — Das Holz wird Alerze genannt, womit jedoch auch das Holz von *Libocedrus tetragona Endl.* bezeichnet wird. — Henkel, Naturproducte etc. p. 302.

Taxus baccata L. S. Eibenholz.

Podocarpus Thunbergii Hook. Cap. — Yellow wood. — J. Brown l. c. p. 15.

70) Palmen.

Arenga saccharifera Labill. S. Palmenholz.

Phoenix dactylifera L. S. Palmenholz.

Ph. leonensis Lodd. Indien. — Cat. des col. fr. p. 55.

Coccos nucifera L. Tropen. — Werkholz, Bauholz.

C. buttyracea Lin. fil. Westindien. — Arbeitsholz. — Cat. des col. fr. p. 24.

Mauritia flexuosa Lin. fil. Südamerika. — Liefert eine Art Palmenholz.

Borassus flabelliformis L. Indien, Senegal, Casamance. — Das Holz der männlichen Bäume als Werkholz in den Heimatländern sehr gesucht, da es mit Festigkeit auch grosse Widerstandsfähigkeit gegen Nässe verbindet und dem Wurmfrasse nicht unterliegt. — Cat. des col. fr. p. 43, 44, 55. Das Holz weiblicher Bäume ist härter und überhaupt besser als das männlicher. — Seemann, Die Palmen. p. 76.

Euterpe oleracea Mart. Brasilien, Guiana. — Ouassay. — Duchesne l. c. p. 28. Cat. des col. fr. p. 37.

Metroxylon elatum Mart. (= Sagus elata Reinw.). Celebes. — Wanya (hindostanisch). — Hartes Bauholz. — Miquel l. c. III. p. 150.

71) Pandaneen.

Pandanus odoratissimus L. Madagascar. Das Holz, vom Gefüge des Palmenholzes, wird zu Kunstarbeiten benutzt. — Cat. des col. fr. p. 59.

Carludovica palmata R. et Pav. (= Ludovica palmata Pers. = Salmia palmata Willd.). S. Palmenholz.

A. Holzarten dicotyler Gewächse.
(Laubholzarten).

1. Blauholz (Campecheholz, log wood der Engländer).
(Hæmatoxylon campechianum L.)

Der Baum, welcher das Blauholz liefert, wächst in Centralamerika, Südamerika und einigen westindischen Inseln, so auf Cuba und Jamaika, wie auch häufig angegeben wird, aber auch auf Martinique [1]. Vorwiegend liefern wildwachsende Bäume das käufliche Blauholz. In neuerer Zeit fängt man aber auch an, den Baum, und zwar zum Zwecke der Farbholzgewinnung, zu cultiviren. Auch in den niederländischen Colonien in Indien hat man das *Hæmatoxylon campechianum* anzupflanzen versucht [2].

Der Splint des Baumes ist weisslich, das Kernholz intensiv blutroth. An der Luft wird letzteres, wahrscheinlich in Folge von Ammoniak- und Sauerstoffabsorption tief violett bis schwärzlich. Das Blauholz des Handels ist blos Kernholz, welches man mittelst Hobel vom Splint befreit [3]. — Das Blauholz von der Westküste Yucatans (spanisches Blauholz) gilt als beste Sorte, welcher sich an Güte die Waare von Hondouras (englisches Blauholz) anschliessen soll. Das Antillen-Blauholz wird als die geringste Sorte angesehen. Das spanische Blauholz bildet dicke Blöcke, welche an einer Seite mit dem Beile stumpf zugespitzt sind; das englische kommt in dicken, beiderseits quer abgesägten Blöcken in den Handel. Erstere Formung nennt man den spanischen, letztere den englischen Schnitt. Das Antillen-Blauholz bildet meist nur dünnere Blöcke. Die häufig anzutreffende Angabe, dass das auf trockenem Boden erwachsene Blauholz farbreicher als das von Sumpfböden herrührende sei, scheint sich, nach Bancroft's Aeusserungen, nicht zu bewahrheiten.

Das Blauholz ist zuerst von den Spaniern in den Handel gesetzt worden. Nach England kam es zur Zeit der Regierung der Königin Elisabeth. Man wusste aber damals mit dieser neuen Farbwaare noch so wenig dauerhaft zu färben, dass die Anwendung des Blauholzes in der Färberei durch eine eigene Parlamentsacte verboten wurde, und erst 100 Jahre später, als es gelang, mit diesem Körper dauerhaft zu färben, hob man das Verbot auf [4].

---

1) Cat. des col. fr. p. 27. Macfayden, The Flora of Jamaica. p. 382.
2) Miquel, Fl. v. N. I. p. 115.
3) Bancroft l. c. I. p. 557.
4) Bancroft l. c. I. p. 559.

Das Blauholz ist hart, schwer zu schneiden und zu spalten, und ausserordentlich dicht im Gefüge. Jahresringe lassen sich daran nur schwer unterscheiden. Mit freiem Auge sieht man an dem quer durchschnittenen Holze orangegelbe, tangential verlaufende Striche und Bänder in dunkelm, dichten Grunde. Auf der Spaltfläche lassen sich die Gefässe sehr leicht auffinden; hingegen sind die Markstrahlen nicht zu erkennen.

Mit der Loupe nimmt man am Querschnitt die Markstrahlen als überaus feine, sehr genau radial verlaufende Linien wahr, welche in der Färbung mit den schon genannten Strichen und Bändern übereinstimmen. Letztere erweisen sich unter der Loupe, im Vergleich mit dem dichten dunkeln Holzgewebe, als ein von grossen Poren (Gefässen) durchsetztes, schwammiges Gewebe, welches sich bei genauer mikroskopischer Untersuchung als Holzparenchym zu erkennen giebt. Schon mit der Loupe zeigt es sich, dass die Gefässe theils einzeln, theils in kleinen Gruppen auftreten.

Mikroskopischer Befund. Die Gefässe bilden Gruppen zu 2—4; meist stehen sie jedoch isolirt, von weitmaschigem Holzparenchym umgeben. Ihre Weite, im Mittel 0.112 Millim. betragend, variirt nur wenig. Die Wände der Gefässe sind mit etwa 0.0045 Millim. breiten Tüpfeln versehen. Die Markstrahlen bestehen, trotz ihrer Schmalheit, dennoch aus 1—5 Zellreihen. Die radiale Ausdehnung der Markstrahlenzellen ist eine sehr variable. Die beiden andern Dimensionen dieser Zellen drücken folgende Zahlen aus:

t = 0.007—0.008 Millim.
h = 0.009—0.017 »

Die Holzzellen erreichen eine Dicke von 0.016 Millim. Ihre stark verdickten Wände sind die Hauptträger des Farbstoffes. Auch die Membranen der übrigen in diesem Holze auftretenden Zellen führen Farbstoff. Das Holzparenchym umgiebt in Form eines weitmaschigen Zellgewebes die Gefässe und verbindet sie in tangentialer Richtung. Dieses Gewebe besteht aus kurzen, etwa 0.020 Millim. breiten, fast cubischen Zellen, die mit einzelnen grossen Krystallen von oxalsaurem Kalk erfüllt sind, und langen, bis 0.028 Millim. breiten, prismatischen, luftführenden Zellen.

In der Asche lassen sich zwischen formloser Masse zahlreiche Pseudokrystalle von Kalk erkennen.

Frisch angeschnittenes Holz riecht angenehm nach Veilchenwurzel, eine Eigenschaft, die es mit dem Sappanholze theilt, schmeckt süsslich, und giebt schon mit Wasser geschüttelt, eine farbige Lösung. Mit Ammoniak befeuchtet wird es schwarzviolett.

Der wesentliche Bestandtheil des Blauholzes, auf dessen Vorkommen das Färbungsvermögen dieses Körpers beruht, das Hæmatoxylin, wurde von Chevreul entdeckt, aber erst von Erdmann[1]) rein dargestellt und genauer untersucht. Dieser Körper hat die Zusammensetzung $C_{16}H_{14}O_6$, krytallisirt als $C_{16}H_{14}O_6 + 3H_2O$ in farblosen tetragonalen Prismen. Er löst sich in Wasser, besonders in heissem, leicht auf, ebenso in Alkohol. Schwerer ist er in Aether löslich. Die Krystalle schmecken süsslich. Das Hæmatoxylin nimmt am Lichte eine röthliche Farbe an, ohne Veränderung seiner chemischen Zusammensetzung. Ammoniak löst das Hæmatoxylin mit schön rother Farbe. In dieser Lösung geht unter Aufnahme von Sauerstoff das Hæmatoxylin in die krystallisirte Verbindung $C_{16}H_{12}O_6 + 2NH_3$ über, welche man Hæmatin-Ammoniak genannt hat[2]).

Das Blauholz dient zum Färben und auch zur Verfertigung von Möbeln und Parquetten.

2. Fernambukholz (Rothholz z. Th.).

(*Cæsalpinia echinata Lam.*)

Die lebhaft rothen, zum Färben dienlichen Kernhölzer der Cäsalpineen-Arten werden seit Langem als Rothhölzer bezeichnet. Nach ihrer Herkunft kann man dieselben in südamerikanische, westindische und ostindische eintheilen. Unter den südamerikanischen Rothhölzern ist das Fernambukholz das beste. Hieran schliesst sich in der Güte das ostindische Sappanholz. Die übrigen, vorwiegend von den westindischen Inseln in den Handel gesetzten Rothhölzer, von *Cæsalpinia brasiliensis*, *crista* und *bijuga* herrührend, sind schon äusserlich durch ihre geringe oder minder lebhafte Farbe von den beiden andern genannten Rothhölzern verschieden, und bilden durchwegs mindere Farbholzsorten.

In diesem Paragraphen werde ich das Fernambukholz, in dem folgenden das Sappanholz abhandeln.

Das Fernambukholz stammt von dem brasilianischen Baume *Cæsalpinia echinata*, an dessen Stämmen man einen holzfarbigen Splint und einen tief rothen Kern unterscheiden kann.

Das unbewaffnete Auge[3]) erkennt an diesem Holze einen deutlichen Ringbau, ferner Holzparenchym und Gefässe, hingegen keine Spur von Markstrahlen.

---

1) Erdmann, Journ. für pract. Chemie 75. p. 193 ff.

2) Ueber Hæmatoxylin und dessen Verbindungen s. auch Hesse, Ann. der Chemie und Pharm. 109. p. 332 ff.

3) Die nachfolgenden Mittheilungen stützen sich auf Beobachtungen, welche W. Hauck in meinem Laboratorium ausführte.

Mit der Loupe treten die Holzringgrenzen, die Gefässe und das Holzparenchym noch deutlicher hervor; aber selbst bei dieser Bewaffnung des Auges ist von den Markstrahlen noch nichts wahrzunehmen.

Mikroskopischer Befund. Die Gefässe erscheinen auf dem Querschnitt in kleinen, meist radial angeordneten Gruppen, zu zweien und dreien vereinigt, von Holzparenchym umgeben. Die Weite der Gefässe beträgt 0.042—0.084 Millim., nähert sich jedoch vorwiegend dem oberen Grenzwerthe. Die Gefässwände erscheinen von quergestreckten Poren bedeckt, deren Breite 0.0015—0.0023, deren Höhe 0.0023—0.0046 Millim. beträgt. Das Holzparenchym besteht aus deutlich porösen Zellen mit folgenden Abmessungen:

r = 0.017—0.021 Millim.
h = 0.017—0.086 »
t = 0.017—0.033 »

Ganze Reihen kurzer Holzparenchymzellen sind mit einzelnen Krystallen von oxalsaurem Kalk erfüllt. Die maximalen Querschnitte der stets dickwandigen Holzzellen schwanken blos zwischen 0.013—0.016 Millim. Die Markstrahlen sind, wie schon oben erwähnt wurde, erst im Mikroskop zu sehen. Sie verlaufen krummlinig, bestehen aus 1—2, selten aus mehr Zellreihen, und ihre Elemente zeigen folgende Abmessungen:

r = 0.021—0.051 Millim.
h = 0.014 »
t = 0.009—0.016 »

In mikrochemischer und chemischer Beziehung verhält sich das Fernambukholz genau wie das im nächsten Paragraphen abzuhandelnde Sappanholz.

3. Sappanholz.
(*Cæsalpinia Sappan L.*)

Das Holz dieses indischen Baumes wird seit alter Zeit im Heimatlande zum Färben benutzt und bildet auch schon seit Langem als Farbholz einen wichtigen Gegenstand des europäischen Handels [1]).

Als Heimat des Baumes bezeichnet Rumph Siam und Tjampa, woher auch jetzt noch die besten Sorten dieses Holzes kommen. Der Baum ist über ganz Indien verbreitet, und in Java, woher nur schlechte Sappanholzsorten kommen, angepflanzt [2]).

---

1) Rumph, Herb. Amboïn. VI. p. 56. Bancroft l. c. II. p. 556 ff.
2) Miquel l. c. I. p. 109.

Cæsalpinia Sappan ist ein ausgesprochener Splintkernbaum. Um das etwa 10—12 Millim. dicke braunröthliche, glänzende Mark lagert der tief orangerothe bis ziegelrothe Kern, der sich scharf von dem holzfarbenen, so viel ich gesehen habe, nur einige Millim. dicken Splinte abhebt. Frisch angeschnittenes Holz ist nicht so ausgesprochen roth gefärbt, als längere Zeit der Luft exponirt gewesenes. Dass altes Stammkernholz, namentlich das nahe der Wurzel erwachsene Holz intensiver roth gefärbt ist, als Astkernholz, ist schon Rumph bekannt gewesen.

Mit freiem Auge erblickt man am Querschnitt nichts anderes als lichtrothe Fleckchen (Gefässe) im dunkeln Felde, und am Längsschnitt Markstrahlen und glänzende Längsfurchen (Gefässe).

Mit der Loupe unterscheidet man Holzringe, die durch eine feine, helle Linie von einander getrennt sind, ferner zahlreiche lichte, zarte Markstrahlen. Die Gefässe erscheinen nunmehr als Poren und lassen sich hier und dort die eine Gruppe bildenden Gefässe zählen. Mit der Loupe unterscheidet man in den Gruppen 2—3 Gefässe.

Mikroskopischer Befund. Die genannte Grenzlinie der Holzringe erweist sich als eine schmale Holzparenchymzone. Die Gefässe bilden Reihen oder anderweitig gestaltete aus zwei bis fünf, nicht aus dreien, wie die Betrachtung mit der Loupe glauben machen möchte, dieser Gebilde bestehende Gruppen. Die Weite der Gefässe steigt bis auf 0.120 Millim. Ihre Wände sind mit kleinen, elliptischen, etwa 0.005 Millim. breiten Tüpfeln bedeckt. Um die Gefässe herum, nur stellenweise sich nach den Markstrahlen hin verbreiternd, liegt ein Holzparenchym, dessen Zellen folgende Abmessungen erkennen lassen:

r = 0.016 Millim. (hier und dort steigt die Breite bis auf das Doppelte)
h bis 0.162 »
t = 0.014 » (hier und dort steigt die Breite bis auf das Doppelte).

Die stets stark verdickten Holzzellen weisen eine Breite von 0.012 Millim. auf. Die Markstrahlen sind 1—3reihig. Dimensionen ihrer Elemente:

r bis 0.150 Millim.
t = 0.012 »
h = 0.014 »

Die Wände aller histologischen Elemente des Sappanholzes, vorzugsweise aber die älteren Zellwandpartien, sind die Träger des Farbstoffes. Gefärbte Zellinhaltsstoffe treten nur spärlich auf. Nur in den

Markstrahlen- und Holzparenchymzellen findet sich eine dickere gefärbte Masse als Wandbeleg vor.

Das zerkleinerte Holz giebt, mit kaltem destillirten Wasser geschüttelt, nur eine Spur einer rothen Substanz ab. Mit Wasser gekocht geht von diesem Körper mehr in Lösung; letztere erscheint lebhaft hellroth gefärbt, und wird auf Zusatz von Ammoniak blutroth. An Alkohol — selbst siedenden — giebt das Sappanholz bei einer mehrere Minuten andauernden Einwirkung nur eine Spur eines gefärbten Körpers ab. Das weingeistige Extract ist blassgelblich tingirt. Mit Ammoniak befeuchtet nimmt das Holz eine purpurne Farbe an. Frisch aufgeschnitten riecht das Sappanholz nach Veilchenwurzel, welche Eichenschaft es mit dem Blauholz theilt.

Der färbende Bestandtheil des Sappanholzes ist das Brasilin $C_{22}H_{20}O_7$, ein von Chevreul entdeckter, aber erst von Bolley[1]) genauer untersuchter krystallisirter Körper, dessen gelbliche Lösungen durch eine Spur Ammoniak oder andere alkalische Substanzen blutroth gefärbt werden.

Das Sappanholz wird, wie alle Rothhölzer, in der Färberei angewendet.

Als beste Sorte wurde das Siam-Sappan erkannt. Hieran schliesst sich das Bimas-Sappanholz (Bima-Holz); das javanische Sappanholz bildet die geringste Sorte dieses Farbholzes.

Das Sappanholz wird auch ostindisches Fernambuk- oder ostindisches Brasilienholz, fälschlich auch Japanholz genannt.

4. Amarantholz.

Der Baum, welcher dieses dunkel pfirsichblühroth gefärbte Holz liefert, ist *Copaifera bracteata Benth.*, eine südamerikanische Cæsalpinee.

Der Splint des Baumes hat gewöhnliche Holzfarbe, der Kern ist pfirsichblühroth bis tief schwarzroth gefärbt, dicht und schwer.

Die schon mit freiem Auge gut unterscheidbaren Jahrringe sind von einander durch dichtes, dunkler gefärbtes Holzgewebe abgegrenzt. Im übrigen Theil des Holzringes erblickt man ohne Bewaffnung des Auges zahlreiche lichtere Puncte.

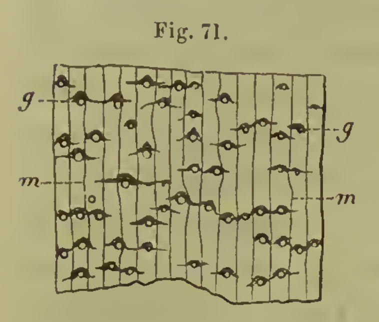
Mit der Loupe unterscheidet man ferner zahlreiche, überaus feine Markstrahlen, welche auf dunklem Grunde als helle, weissliche, scharf ausgeprägte Linien erscheinen; ferner sieht man, dass die dem freien Auge als weissliche Puncte erscheinenden Gebilde eine deutliche tan-

---

1) Journ. für pract. Chemie. Bd. 93. p. 355.

gentiale Streckung zeigen. Die lichten Puncte entsprechen Gefässen, welche nach einer Seite hin von Holzparenchymgewebe umgeben sind, was jedoch erst im Mikroskop deutlich erkennbar wird.

Fig. 71.



Loupenansicht eines durch Amaranthholz geführten Querschnitts. *mm* Markstrahlen. *gg* Gefässe, nach der Rindenseite des Holzes hin von Holzparenchym umgeben.

Mikroskopischer Befund. Die Gefässe stehen meist einzeln; seltener zu zweien und mehr. Ihre Weite beträgt im Mittel etwa 0.120 Millim. Die Gefässwände sind zart getüpfelt. Um die Gefässe herum liegt nach der äusseren Seite des Holzringes zu eine mächtige Lage von Holzparenchym, welches sich seitlich verschmälert und nach den Markstrahlen hin, in nahezu senkrechtem Verlaufe verbreitert. Das Holzparenchym ist auch auf dem radialen Längsschnitt in Gestalt breiter Streifen zu sehen. Seine Zellen haben eine Breite von etwa 0.020 und eine Höhe von 0.040—0.082 Millim. Die Holzzellen messen nach der Dicke etwa 0.012—0.016 Millim., und sind so stark verdickt, dass ihr Lumen im Querschnitt der Zelle meist nur als Punct erscheint. Die Markstrahlen erreichen eine Breite bis 0.032 Millim. Ihre Elemente zeigen folgende Abmessungen:

r bis 0.160 Millim.; vielleicht auch darüber.
h = 0.016—0.019 Millim.
t = 0.012—0.015 »

Die Markstrahlen- und Holzparenchymzellen, manchmal sogar die Gefässe, sind mit einer blutrothen, harzigen Substanz erfüllt, der nicht selten ein körniges Gefüge eigen ist. Die Wände der Holzzellen sind pfirsichblühroth gefärbt. Das Holz der *Cæsalpinia bracteata* giebt an siedendes Wasser keinen Farbstoff, an ammoniakalisches Wasser eine kleine Menge einer licht bräunlichen Substanz ab. Auch durch Weingeist lässt sich nur eine kleine Menge eines in Lösung rothvioletten Farbstoffs entziehen. Durch Ammoniak wird das Holz schmutzig grün gefärbt.

5. Boco (*Bocoa provacensis Aubl.*), fälschlich auch bois de coco genannt.

Bocoa provacensis[1]) ist eine baumartige Papilionacee Südamerikas, deren Holz aus Guiana in den Handel gebracht und seiner Härte und Schönheit wegen zu verschiedenen Luxusgegenständen, namentlich in der Ebenisterie verwendet wird.

Schon die makroskopischen Kennzeichen reichen bei diesem Holze aus, um es von andern Hölzern zu unterscheiden. Die Loupe zeigt

1) Wittmack (l. c. p. 260) leitet hiervon, wie ich glaube nicht mit Recht, das rothe brasilianische Eisenholz ab.

kaum mehr, als sich schon dem unbewaffneten Auge darbietet. Die mikroskopisch festgestellten Charactere sollen hier indess nicht übergangen werden, da sie doch zum mindesten als Controle für die makroskopische Erkennung dienlich sind.

Die Jahresringe treten deutlich hervor; ein schmaler, dunkler Ring von dichtem Holzzellengewebe trennt eine Jahreslage des Holzes von der andern. Dieser schmale Ring entspricht dem Herbstholze unserer einheimischen Hölzer. Die übrige, isabellgelb gefärbte Holzmasse erscheint auf dem Querschnitt von zahlreichen weisslichen Pünctchen (Gefässe oder Gefässgruppen) übersäet, von denen zarte weissliche Binden ausgehen, die sich häufig rundum im Jahresringe verfolgen lassen. Die zahlreichen Markstrahlen sind durch das freie Auge eben noch erkennbar. Die weisslichen Binden, von Holzparenchymgewebe herrührend, verlaufen, von kleinen wellenförmigen Krümmungen abgesehen, senkrecht auf die Markstrahlen. Das Auftreten von Holzparenchym in völlig geschlossenen Ringen ist nur wenigen Nutzhölzern eigenthümlich[1]. — Der Kern des Holzes ist braunschwarz bis tiefschwarz gefärbt, höchst unregelmässig contourirt. Ausserhalb des Kernes finden sich im Holzgewebe kleine, etwas radial gestreckte Inseln vor, welche in jeder Beziehung mit dem Kern übereinstimmen. — Im radialen Längschnitt erscheinen die Gefässe als schmale Furchen, mit silberglänzenden Wänden. Die Markstrahlen verlaufen, in diesem Schnitte betrachtet, in Form zarter, weisslicher Wellenlinien im gelben Grunde.

Durch die Loupe wird kaum mehr als mit freiem Auge gesehen; nur erscheinen hier und dort im Querschnitt die Gefässe auch als Poren.

Das Mikroskop lehrt, dass die Gefässe einzeln, oder zu 2—3 in radialen Reihen auftreten, dass ihre Weite etwa 0.120 Millim. beträgt, und ihre Wände dicht mit 0.005 Millim. breiten Tüpfeln bedeckt sind. Die Zellen des reich entwickelten Holzparenchyms besitzen im Mittel folgende Dimensionen:

r = 0.025 Millim.
t = 0.025 »
h = 0.088 »

Ihre Wände sind dick, reich mit weiten Porencanälen durchsetzt. Die Markstrahlen bestehen aus 1—3 Zellreihen. Die Dicke der Holzzellen beträgt circa 0.009 Millim. Die Wände dieser Zellen sind so stark verdickt, dass sich ihr Lumen kaum messen lässt.

---

1) Vgl. unten bei rothem Sandelholz.

6. Rothes Sandelholz (Caliaturholz).

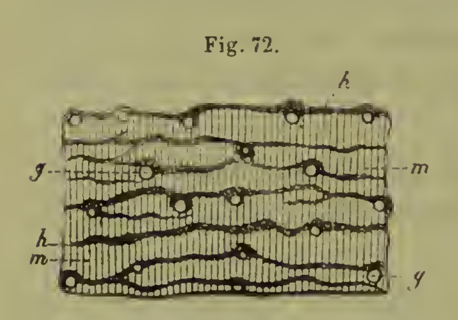
(*Pterocarpus santalinus L. fil.*)

Das Kernholz dieses indischen Baumes ist intensiv roth gefärbt. Besonders lebhaft roth ist die frische Schnittfläche tingirt. Ein längere Zeit der Luft ausgesetzt gewesenes Sandelholz ist aussen bräunlich bis schwärzlich braunroth gefärbt.

Wenige Hölzer haben eine schon für das freie Auge so gut erkennbare Structur wie das Sandelholz. Der Querschnitt bietet vor allem grosse Gefässe in Form grober Poren dar. Von diesen aus laufen, den Jahrringgrenzen parallel, zahlreiche, hier und dort anastomosirende helle Binden, welche dem Holzparenchym entsprechen. Von Markstrahlen ist mit freiem Auge nicht das Mindeste zu sehen. Die Jahrringgrenzen sind sehr verwischt. Am radialen Längsschnitt erblickt man zahlreiche, sehr regelmässig angeordnete Markstrahlen und die Gefässe als grobe Furchen mit stark glänzenden Wänden.

Mit der Loupe tritt der Verlauf der hellen Holzparenchymbinden im dunkeln Grunde des übrigen Holzgewebes noch deutlicher hervor; nunmehr erscheinen auch die Markstrahlen, als zarte helle Linien, in grosser Anzahl.

Fig. 72.



Loupenansicht eines durch rothes Sandelholz (*Pterocarpus santalinus*) geführten Querschnitts. *m m* Markstrahlen. *g g* Gefässe. *h h* Holzparenchym.

Mikroskopischer Befund. Die Gefässe stehen meist einzeln, die kleineren auch in Gruppen zu 2—4 beisammen. Ihr Querdurchmesser misst im Mittel 0.240 und steigt bis auf mehr als 0.3 Millim. Die Gefässwände sind mit quergestreckten, 0.008 Millim. breiten Tüpfeln bedeckt. Die meist sehr dickwandigen Holzzellen sind im Mittel 0.018 Millim. dick; ihr Lumen erreicht indess nicht selten eine Weite von 0.006 Millim. Die mit einer harzigen, tief schwarzrothen Masse erfüllten Markstrahlen bestehen aus 1—2 Zellreihen, und erreichen nur eine Höhe von 0.19 Millim. Die Markstrahlenzellen weisen folgende Abmessungen auf:

r = 0.167 Millim.
l = 0.016 »
h = 0.021 »

Das reichlich entwickelte Holzparenchym setzt sich aus porös verdickten, tief rothe Farbstoffkörnchen führende Zellen zusammen, denen folgende Dimensionen zukommen:

r = 0.024 Millim.
t = 0.021 »
h = 0.108 »

Alle Membranen, nicht nur die der Markstrahlen-, Holzparenchym- und Holzzellen, sondern auch die der Gefässe führen Farbstoff, und zwar vornehmlich in den ältesten, äussersten Zellwandschichten.

Mit Ammoniak befeuchtet nimmt das Sandelholz vorübergehend eine schwarzrothe Farbe an. Mit destillirtem Wasser geschüttelt gehen nur Spuren gefärbter Substanzen in Lösung, und selbst nach mehren Minuten andauerndem Kochen wird das Wasser, welches zum Versuche dient, nur eben merklich schmutzig röthlich gefärbt. Mit ammoniakalischem Wasser erhält man hingegen rasch einen carminrothen Auszug. Das alkoholische Extract hat eine hell-gelbbräunliche Färbung.

Der färbende Bestandtheil des Sandelholzes ist die von Pelletier[1]) zuerst aufgefundene Santalsäure (Santalin), ein in Wasser unlöslicher, in Alkohol löslicher, rother, krystallisirender Körper, dem die Zusammensetzung $\text{Є}_{15}H_{14}\text{Θ}_5$ zukommen soll. Weidel[2]) hat in neuerer Zeit aus dem Sandelholze einen farblosen krystallisirenden Körper von der Formel $\text{Є}_8H_6\text{Θ}_3$, das Santal, abgeschieden, der in Wasser und Alkohol nur schwer löslich ist, sich in verdünnten, kaustischen Alkalien rasch zu einer anfänglich lichtgelben, später roth werdenden Flüssigkeit auflöst. — L. Meyer[3]) stellte eine ganze Reihe anderer, durchwegs amorpher Substanzen aus dem rothen Sandelholze dar (Santaloxyd, Santalid etc.), die jedoch keine chemischen Individuen zu sein scheinen.

Das Sandelholz wurde früher häufiger als jetzt in der Färberei benutzt. Es findet als Möbelholz, auch jetzt noch, eine bedeutende Verwendung.

7. Condoriholz.

(*Adenanthera pavonina L.*)

Dieser Baum, in den französischen Colonien als Crête de paon bekannt, kommt in vielen Gegenden Indiens, in grosser Masse auf Madagascar vor, und liefert ein festes, hartes, dichtes Holz, welches seiner schönen Zeichnung wegen als Kunst- und Möbelholz gern verwendet wird.

---

1) Ann. Chim. Phys. 2. T. 51. p. 193.
2) Sitzungsber. der Wiener Akademie der Wissensch. Bd. 60. p. 388.
3) Archiv der Pharmacie 2. Bd. 55 und Bd. 56.

Die breiten Jahrringe erscheinen durch eine schmale Grenzzone markirt. Die Markstrahlen sind für das freie Auge auf dem Querschnitt gar nicht, auf dem Längsschnitt kaum bemerkbar. — Auf dem Querschnitt erkennt man zahlreiche grosse Gefässe, welche als Poren, die von einem lichten, breiten Hofe umgeben sind, erscheinen. Ausserdem erblickt man zwischen den Gefässen dunkle, braune, vereinzelte Linien.

Mit der Loupe treten die Gefässe mit ihren breiten Höfen noch deutlicher hervor. Man sieht ferner, dass zwischen den Gefässen breite netzförmig verbreitete Linien durchziehen, welche dem Libriformgewebe entsprechen. Mit der Loupe kann man auch zahlreiche feine, helle Markstrahlen im dunkeln, röthlich braunen Grunde unterscheiden.

Das Mikroskop zeigt das netzförmig gestaltete Libriformgewebe mit Holzzellen, welche 0.016 Millim. breit sind, und dessen Lumen 0.005 Millim. beträgt; ferner zahlreiche vereinzelte Gefässe, deren Weite bis auf 0.185 Millim. steigt und deren Wände zahlreiche, nicht allzu dicht gestellte, runde, 0.0045 Millim. breite Tüpfel erkennen lassen; endlich schmale, höchstens drei Zellen breite Markstrahlen, welche zum grossen Theile mit einer rothen, harzigen Masse erfüllt sind. Die Markstrahlenzellen haben folgende Abmessungen:

r = 0.048 Millim.
t = 0.008 »
h = 0.016 »

Holzparenchym ist reichlich vorhanden und umgiebt, mit dünnwandigen Holzzellen und schmalen, getüpfelten Gefässen gemengt, die grossen Gefässe als breiter, lichtbrauner Hof.

Das Holz ist schwer spaltbar, leicht schneidbar, und bietet in jedem Schnitt eine schöne Zeichnung dar. Besonders bemerkenswerth ist der radiale Längsschnitt, auf welchem die Gefässe als braune, lange, geschlängelte Bänder, in einer weisslichen, bräunlich gestrichelten Grundsubstanz erscheinen.

8. Das Holz des Kirschbaumes.

(*Prunus avium L.*)

In den Gebirgswäldern des Orients und in Europa wildwachsend, häufig cultivirt. Kernbaum mit 1 Millim. dickem Marke braunem Kern und röthlichem, etwa 6—8 Jahresringe umfassenden Splint. Die Markstrahlen scheinen eine Höhe von 1.5 Millim. zu erreichen.

Am Querschnitt erscheinen die Markstrahlen als helle Bänder oder Linien in dunklem Grunde. Das poröse Frühlingsholz hebt sich scharf von den übrigen Theilen jedes Jahrrings ab.

Mit der Loupe lassen sich die Gefässe in allen Regionen der Jahrringe als deutliche Poren unterscheiden. Die Poren des Frühlingsholzes sind auffallend grösser als die des Sommer- und Herbstholzes.

Mikroskopischer Befund. Die Gefässe treten theils einzeln, theils in Gruppen zu 2—4 auf. Die Gefässe des Frühlingsholzes haben eine mittlere Weite von 0.048, die des Herbstholzes von 0.021 Millim. Die Gefässwände sind entweder blos getüpfelt, oder gleichzeitig mit spiraligen Verdickungsschichten versehen. Die Tüpfel, nahezu kreisförmig begrenzt, haben eine Breite von 0.004 Millim. Die Markstrahlen bestehen hier und dort blos aus einfachen, häufiger jedoch aus 2—4 Zellreihen. Ihre Höhe fand ich nicht grösser als 0.59 Millim. Durch das enge Beisammensein der Markstrahlen erklärt sich die für das unbewaffnete Auge scheinbar viel grössere Höhe derselben. Dimensionen der Markstrahlenzellen:

r = 0.016—0.080 Millim.
t = 0.012 » ⎫ Mittelwerthe.
h = 0.012 » ⎭

Holzparenchym ist nur spärlich vorhanden; seine Zellen, etwas breiter als die gewöhnlich nur 0.012 Millim. im Durchmesser haltenden Holzzellen, sind in der Höhe sehr veränderlich.

Kirschbaumholz ist hart, grob, glänzend, schwerspaltig, nicht dauerhaft. Dichte im trockenen Zustande gleich 0.57—0.78. (Nördlinger.)

Es wird zu Tischler- und Drechslerarbeiten verwendet.

9. Das Holz des Birnbaumes.

(*Pirus communis L.*)

Heimat: Europa und Asien. Häufig cultivirt.

Reifholzsplintbaum (Nördlinger) mit etwa 2 Millim. dickem Marke und breitem Splinte. Markstrahlen bis 0.5 Millim. hoch.

Die Jahrringe sind durch eine bräunliche Herbstholzlinie kenntlich von einander geschieden. Am Querschnitt nimmt man auch zahlreiche, zarte Markstrahlen wahr.

Die Loupe lässt die Herbstholzlinien und die Markstrahlen, welche als helle Linien auf licht braun-röthlichem Grunde erscheinen, noch deutlicher hervortreten. Die Gefässe erscheinen als überaus feine Poren.

Im Mikroskop lassen sich folgende Charactere nachweisen. Die Gefässe treten fast immer nur vereinzelt auf; sie sind ziemlich gleichmässig über den Querschnitt der Jahrringe verbreitet und zeigen in

allen Regionen der letzteren fast dieselbe Weite, nämlich im Mittel 0.04 Millim. Die Gefässwände sind mit sehr zarten, etwa 0.003 Mm. breiten, kreisförmigen, mit einem Querspalt versehenen Tüpfeln besetzt. Die Holzzellen erreichen eine Dicke von 0.016 Millim. Die Markstrahlen sind 1—3reihig und bestehen aus Zellen mit folgenden Dimensionen:

$$\left.\begin{array}{l} t = 0.014 \text{ Millim.} \\ h = 0.015 \quad » \end{array}\right\} \text{Mittelwerthe.}$$

Die Grösse r schwankt zwischen weiten Grenzen. Holzparenchym ist vorhanden. Die Breite der Holzparenchymzellen misst etwa 0.016 Millim. Die Höhe derselben ist sehr veränderlich.

Birnbaumholz ist fein, schwer spaltbar, nach allen Richtungen ausgezeichnet schneidbar, ziemlich hart und, trocken gehalten, ausdauernd. Die Dichte des trockenen Birnbaumholzes beträgt 0.71—0.73 (Nördlinger).

Das Birnbaumholz wird nicht nur zu feinen Tischler- und Drechslerarbeiten, sondern, weil es sich, ohne auszubröckeln, nach allen Richtungen gut schnitzen lässt, zu Schnitzarbeiten der verschiedensten Art (Bildhauerarbeiten, Druckmodellen, Holzschnitten gröberer Sorte etc.) verwendet.

10. Das Holz des Weissdorns.

(*Cratægus oxyacantha L.*)

Der Weissdorn ist als Strauch oder Baum über den grössten Theil Europas verbreitet.

Um das 1—2 Millim. dicke Mark liegt das holzfarbige, etwas in's Röthliche ziehende Reifholz, und um dieses herum der breite, weissliche Splint.

Jahrringe nicht scharf hervortretend; ihre Grenzen werden häufig erst mit der Loupe genau kenntlich. So bewaffnet unterscheidet das Auge an diesem Holze ausserordentlich zahlreiche Markstrahlen und überaus feine Gefässe.

Mikroskopischer Befund. Das Weissdornholz erweist sich als sehr reich an Gefässen. Selbe sind ziemlich gleichmässig über den ganzen Querschnitt verbreitet und auch von annähernd gleicher Weite, welche im Mittel etwa 0.04 Millim. beträgt. Ueber die Seitenwände der Gefässe sind zahlreiche, verschieden grosse Tüpfel ausgestreut, deren Breite oft über 0.008 Millim. steigt. Das Gewebe der Markstrahlen ist in diesem Holze sehr stark vertreten; die einzelnen Markstrahlen nähern sich oft beträchtlich und sind dann nur durch sehr schmale sich schlängelnde Züge von Holzzellen getrennt. Die

Höhe der Markstrahlen steigt bis nahezu 0.4 Millim. In der Regel setzen 2—3 Zellreihen einen Markstrahl zusammen, dessen Elemente folgende Masse aufweisen:

r meist 0.044—0.060 Millim.
t = 0.008 » } Mittelwerthe.
h = 0.015 » }

Die Holzzellen haben eine mittlere maximale Dicke von 0.006 Millim., welche Dimension mit der Breite der Holzparenchymzellen übereinstimmt. Die Höhe der letzteren schwankt beträchtlich.

Das Weissdornholz ist sehr hart, schwer zu spalten, fast ohne allen Glanz und im Trockenen sehr widerstandsfähig. Nach Nördlinger hat das trockene Holz eine Dichte von 0.81—0.88.

Es dient zu Drechslerarbeiten und zum Verfertigen von Maschinenbestandtheilen und Werkzeugen.

11. Das Holz des Elsbeerbaumes.

(*Sorbus torminalis Crantz.*)

Die Heimat des Baumes sind die Niederungen und das hügelige Terrain des mittleren Europa und des westlichen Asien.

Das Mark dieses Reifholzbaumes ist klein, fünfeckig, blass gelbröthlich. Das Reifholz ist von einem breiten Splint umgeben. Markstrahlen 0.5 Millim. hoch. — Mit freiem Auge bemerkt man am Querschnitt deutlich geschiedene, durch eine zarte, braune Linie (dickwandige Herbstholzzellen) von einander getrennte Jahresringe und eben kenntliche Markstrahlen.

Loupenansicht des Querschnitts. Jahresringe, kenntliche und unkenntliche Markstrahlen, kleine, über den ganzen Querschnitt gleichmässig verbreitete weissliche Pünctchen (Gefässe).

Mikroskopischer Befund. Die Gefässe, sehr zart getüpfelt, hier und dort spiralig verdickt, stehen stets einzeln und sind im Holze sehr zahlreich vertreten. Ihre Weite beträgt meist 0.028—0.036 Mm. Die Holzzellen sind sehr reich mit deutlichen Poren (Tüpfeln?) versehen, messen im Querschnitt meist 0.018 Millim.; ihr Lumen beträgt gewöhnlich nur 0.006 Millim. Die Markstrahlenzellen messen nach Höhe und Breite etwa 0.013 Millim. Nach radialer Richtung sind sie sehr stark entwickelt und messen 0.16 Millim. und wahrscheinlich noch darüber. Holzparenchym ist vorhanden. Die Breite seiner Zellen schwankt zwischen 0.016—0.032 Millim. Sowohl in den Markstrahlen als im Holzparenchym kommt eine bräunliche, fein- bis grobkörnige Inhaltsmasse vor.

Das Elsbeerholz gehört zu unsern harten Hölzern, ist schwerspaltig, spaltet uneben, schneidet sich gut, hat eine feine Textur und eine blass bräunlich-röthliche Farbe. Die Dichte des trockenen Holzes beträgt 0.69—0.89 (Nördlinger).

Dieses Holz wird von Tischlern, Drechslern und Modellstechern gesucht.

12. Das Holz des Perückenbaumes (Fisetholz).

(*Rhus cotinus L.*)

Dieses Gewächs tritt im Süden Europas und im wärmeren Mitteleuropa in Strauch- und Baumform auf. Das Kernholz des oberirdischen Stammes kommt in Form von zolldicken Knüppeln als ungarisches Gelbholz, junger Fustik oder Fisetholz im Handel vor. Man findet sehr häufig die Angabe[1]), dass vorwiegend oder ausschliesslich das Wurzelholz von *Rhus cotinus* das Fisetholz des Handels liefert. Ich habe die Wurzeln zahlreicher Individuen des genannten Baumes untersucht und im Holzkörper derselben nie einen gelben Kern gefunden. Auch die anatomischen Verhältnisse des käuflichen Fisetholzes stimmen so genau mit jenen des Holzes oberirdischer Stämme von *Rhus cotinus* überein, dass ich die obige Angabe über die Abstammung des Fisetholzes als eine irrthümliche erachte. Nach der Form der Gelbholzknüppel zu urtheilen, scheint man gern die vom Boden aufsteigenden Aeste des genannten Gewächses für den Handel zu sammeln. Man kann sich indess leicht überzeugen, dass alle mehr als 4 Jahre alten oberirdischen Aeste einen schönen goldgelben in's Grüne ziehenden Kern besitzen, welcher in Farbe und Textur mit dem Fisetholz genau übereinstimmt, und am Wurzelholze des genannten Gewächses nicht zu beobachten ist.

Das bräunlich gefärbte Mark erreicht eine Dicke von 4 Millim. Hieran schliesst sich das goldgelbe in's Grüne geneigte Kernholz, das gewöhnlich von drei holzgelben Splintringen umgeben ist. Das freie Auge unterscheidet ziemlich deutlich die Jahrringe, welche durch dunkle Zonen begrenzt erscheinen. Markstrahlen schwer unterscheidbar. — Am querdurchschnittenen Wurzelholz ist fast gar kein Mark nachweisbar, hingegen treten die Markstrahlen deutlich hervor.

Loupenbild des Querschnitts. Im Frühlingsholze treten Gefässe in Form von Poren auf, die im Splinte jedoch schärfer als im Kernholze ausgeprägt sind. Die dem freien Auge als dunkle Zonen entgegentretenden Partien der Jahresringe entsprechen nicht, wie man

---

1) S. Bancroft l. c. II. p. 120.

vermuthen sollte, dem Herbstholze, sondern vielmehr dem Sommerholze, da sie innerhalb des gefässreichen Frühlings- und des dichten Herbstholzes liegen. Die Markstrahlen sind im Splinte deutlich, minder deutlich im Kerne wahrzunehmen.

Mikroskopischer Befund. Die Gefässe des Frühlingsholzes besitzen eine mittlere Weite von 0.080 Millim., die des Sommer- und Herbstholzes von 0.016 Millim. Sie treten theils einzeln, theils paarweise, meist in etwas schief gegen die Markstrahlen gestellten Reihen auf. Die grösseren Gefässe sind mit verhältnissmässig grossen Tüpfeln, deren Breite bis auf 0.009 Millim. steigt, bedeckt; die kleinen Gefässe sind entweder getüpfelt, oder mit spiraligen Verdickungen versehen, oder aber wie die Gefässe des Lindenholzes sowohl spiralig verdickt als getüpfelt. Die Holzzellen erreichen blos eine Dicke von 0.008 Millim. Die Markstrahlen scheinen, nach der Loupenansicht des radialen Längsschnitts zu urtheilen, eine Höhe von 0.80 Millim. zu erreichen. Das Mikroskop lehrt jedoch, dass die Höhe dieser Gewebe gewöhnlich nur den dritten Theil hiervon beträgt, und dass nur durch das nahe Zusammenrücken mehrerer Markstrahlen die scheinbare Höhe derselben zu Stande kommt. Die Elemente der Markstrahlen zeigen eine grosse Veränderlichkeit in ihren Abmessungen, wie folgende Zahlen lehren:

r = 0.020—0.084 Millim.
t = 0.011—0.021 »
h = 0.008—0.042 »

Die Holzparenchymzellen besitzen eine Breite von 0.008—0.020 Millim., ihre Höhe ist sehr veränderlich. Im Inhalte der Markstrahlen- und Holzparenchymzellen tritt eine gelbliche oder bräunliche Masse auf. Der Hauptsitz des Farbstoffes ist jedoch zweifelsohne in den Zellwänden des Holzgewebes zu suchen. — Die Gefässe des Wurzelholzes erreichen eine Weite von 0.120, die Holzzellen desselben eine Dicke von 0.020 Millim. Selbst die weiten Gefässe sind häufig spiralig verdickt. Der Unterschied zwischen dem Stamm- und Wurzelholze von *Rhus cotinus* ist somit ein so auffälliger, dass die Entscheidung der Frage, ob das eine oder andere vorliegt, keine Schwierigkeiten darbietet.

Das Kernholz des Stammes hat einen lebhaften seidigen Glanz, riecht im frischen Zustande nach Terpentin, ist weich und nach Nördlinger etwas schwerspaltig, die käuflichen Fisetholzknüppel unschwer spaltbar. Trocken beträgt die Dichte des Perückenbaumholzes nach Nördlinger 0.51—0.60.

Ueber die im Fisetholze auftretenden Farbstoffe herrscht noch nicht völlige Klarheit. Chevreul unterscheidet darin einen gelben, krystallisirenden Farbstoff, den er Fisetin nannte, und ein rothes nicht näher characterisirtes Pigment. Das Fisetin scheint dem Quercitrin nahezustehen, wie Bolley's Untersuchungen wahrscheinlich machen [1]).

Das Fisetholz dient zum Färben von Wolle und Leder.

13. Gujakholz (Pockholz, Franzosenholz, lignum sanctum).

(*Guajacum officinale L.*)

Die Heimat dieses Baumes sind die westindischen Inseln. Das Holz desselben wird von Jamaika, Domingo, St. Thomas und Martinique in den Handel gesetzt.

Die Blöcke des Guajakholzes erreichen eine Dicke von 30 Centim. An jüngeren Stämmen lässt sich stets leicht ein dunkler, schwärzlicher, in's grünliche oder bläuliche fallender Kern und ein holzfarbener Splint unterscheiden. An älteren, über 20 Centim. dicken Stämmen ist der Splint so klein, dass er nicht in die Augen fällt.

Das Splintholz ist ohne Werth, da das Harz, welches man aus Guajakholz darstellt, nur im Kerne vorkommt, und auch nur dieser jene merkwürdigen physikalischen Eigenschaften besitzt, welche an diesem Holze so gesucht sind.

Das Guajakholz zeigt allerdings Ringbau, aber deutliche Jahrringe sind nicht vorhanden. Am querdurchschnittenen Holze sieht man innerhalb der durch dichteres und dunkleres Holz abgegrenzten Jahrringe helle, grüngelbe Puncte, welche den harzerfüllten Gefässen des Holzes entsprechen.

Markstrahlen, in grosser Zahl vorhanden, werden erst durch die Loupe erkennbar.

Mikroskopischer Befund. Die nicht zahlreich vorhandenen Gefässe haben eine mittlere Weite von 0.100 Millim. Sie zeichnen sich durch dicke, genau concentrisch contourirte Wände aus, welche entweder mit überaus feinen, kaum messbaren, runden, oder mit feinen, spaltenförmigen, sehr stark in die Quere gezogenen Poren bedeckt sind, welche den betreffenden Gefässelementen fast das Aussehen von Spiralfaserzellen geben. Das Lumen der Gefässe ist mit einer grünbraunen Harzmasse erfüllt. Die Markstrahlen habe ich stets nur einreihig gefunden. Die Elemente derselben zeigen nach radialer

1) Bolley, Der gelbe Farbstoff des Fisetholzes. Schweizerische polytechn. Zeitschrift. 1864. p. 21.

Richtung grosse Veränderlichkeit in der Länge. Die Mittelwerthe der beiden anderen Abmessungen dieser Zellen sind:

$$t = 0.008 \text{ Millim.}$$
$$h = 0.010 \quad »$$

Die stark bräunlich gefärbten Holzzellen erreichen eine Dicke von 0.008 Millim. und sind ausserordentlich dickwandig. Das Holzparenchym erscheint auf dem Querschnitt wie eine Auszweigung der Markstrahlen. Die Zellen dieses Gewebes haben eine mittlere Breite von 0.012 Millim., sind meist kurz und führen Krystalle von oxalsaurem Kalk.

Das Guajakholz ist ungemein hart und schwerspaltig, hingegen zu Dreharbeiten sehr geeignet. Es besitzt einen schwach aromatischen Geschmack und entwickelt beim Erwärmen oder Zerkleinern einen angenehmen Geruch. Nach Th. Hartig[1]) beträgt die Dichte des trockenen Holzes 1.393.

Ueber den wesentlichen Bestandtheil des Guajakholzes, über das Guajakharz, dessen Menge im Kernholze etwa 25 Proc. beträgt, s. oben bei den Harzen (p. 131).

Es dient zu Dreharbeiten (z. B. Kegelkugeln), zur Verfertigung von Maschinenbestandtheilen und zur Darstellung des Guajakharzes.

14. Das Holz des Spindelbaumes (Pfaffenkäppchen).

(*Evonymus europæus L.*)

Dieses Holzgewächs ist, meist in strauchartiger Form, über den grössten Theil Europas verbreitet. Nahe verwandt, auch in den physikalischen und morphologischen Eigenthümlichkeiten des Holzes, mit dieser *Evonymus*-Art, ist der den wärmeren Theilen Europas angehörige *E. latifolius Scop.*, dessen Holz ebenfalls als Spindelbaumholz im Handel vorkommt und wie das Holz der erstgenannten Art verwendet wird.

Das Mark von *Evonymus europæus* hat eine Dicke von 1.5—2.5 Millim., sein Umriss ist gleich jenem des Stammes abgerundet viereckig, innen reinweiss, aussen grünlich. An das Mark lehnt sich ein bräunlicher, zackiger Kern, um diesen herum liegt das blassgelbliche Reifholz, welches von einem breiten, weisslichen Splint umgeben ist.

Mit freiem Auge erkennt man zahlreiche schmale, durch eine helle Linie abgegrenzte Jahresringe und eine Andeutung zahlreicher Markstrahlen. — Die Markstrahlen erreichen eine Höhe bis 0.6 Millim.

---

1) S. Nördlinger l. c. p. 225.

Die Loupe lässt an diesem Holze nicht mehr unterscheiden; nur treten sowohl Jahrringe als Markstrahlen ungleich schärfer hervor.

Mit dem Mikroskop nimmt man vor allem andern sehr zahlreiche einzelne, selten in Gruppen zu 2—3 stehende Gefässe wahr; sie sind sehr gleichmässig über den ganzen Querschnitt des Jahrringes vertheilt und fehlen nur in der Herbstholzzone, welche der aus sehr dickwandigen und tangential abgeplatteten Holzzellen bestehenden oben genannten hellen Grenzlinie der Jahrringe entspricht. Die Weite der Gefässe steigt bis auf etwa 0.024 Millim. Die Gefässwände sind mit scharf ausgeprägten Spiralbändern versehen, und führen ausserdem zumeist noch eine oder zwei, selten mehr Reihen kreisförmiger, 0.007 Millim. breiter Tüpfel. Die grösste Breite der einzelnen reich getüpfelten Holzzellen beträgt meist etwa 0.016 Millim. und ihr Lumen 0.007 Millim. Die sehr regelmässig radial verlaufenden Markstrahlen sind meist einreihig. Ihre Elemente haben folgende Abmessungen:

r = 0.020—0.063 Millim.
t = 0.008—0.016 »
h = 0.016 . »

Viele Holzzellen sind mit einer braunen, harzigen Masse erfüllt.

Das Spindelbaumholz spaltet schwer, lässt sich nach allen Richtungen leicht schneiden und ist ziemlich hart. Seine Dichte beträgt im trockenen Zustande 0.59—0.75. Es ist nicht sehr dauerhaft (Nördlinger).

Feines Drechslerholz.

15. Das Holz des Faulbaums (Pulverholz, Weinzapfenholz).

(*Rhamnus frangula L.*)

Der genannte Baum kommt in Europa, im Orient und in Nordasien vor.

Das Mark ist 2 Millim. dick. Hieran reiht sich der mehr oder minder stark in's Röthliche fallende gelbe Kern, der von Reifholz und hellgelben Splint umgeben ist.

Die Jahresringe sind meist etwas polygonal gestaltet. Das freie Auge unterscheidet an dem querdurchschnittenen Holze kaum mehr als die durch schwammiges Frühlingsholz auseinander gehaltenen Holzringe. Am radialen Längsschnitt erscheinen die Markstrahlen als lichtbräunliche, 0.5—0.7 Millim. hohe Querstreifen auf lichterem Grunde.

Mit der Loupe sieht man zwischen den zahlreich vorhandenen zarten Markstrahlen im Frühlings- und Sommerholze Gefässe als Poren; die durch das Mikroskop leicht zu constatirenden Gefässe des Herbstholzes lassen sich durch die Loupe nicht erkennen.

Bei der Betrachtung durch das Mikroskop fallen zunächst die zahlreichen Gefässe des Frühlingsholzes in's Auge. Sie stehen einzeln oder in radialen Reihen zu zweien und dreien, und messen im Mittel 0.083 Millim. Im Herbstholze treten die im Mittel nur 0.016 Millim. messenden Gefässe einzeln oder in radialen Reihen zu 2—9 auf. Die Querwände der Gefässe habe ich stets völlig resorbirt gefunden. Die Seitenwände der Gefässe sind entweder mit runden, auch manchmal polygonal umschriebenen, 0.006 Millim. breiten Tüpfeln bedeckt, oder mit zarten spiraligen, sich hier und dort spaltenden Verdickungen versehen. Die Holzzellen erreichen eine Dicke von 0.017 Millim., ihr Lumen steigt bis auf 0.009 Millim.; sie sind somit nicht stark verdickt. Die Markstrahlen treten als ein- bis dreifache Zellreihen auf. Ihre Elemente zeigen folgende Abmessungen:

r : sehr variabel.
t = 0.007 Millim. (Mittelwerth).
h = 0.010—0.022 Millim.

Die Markstrahlenzellen sind je nach ihrer Höhe mit 1—3 Porenreihen versehen. Die Zellen des Holzparenchyms messen nach der Breite 0.016 Millim. Ihre Höhe ist sehr veränderlich. Im Inhalte der Markstrahlen- und Holzparenchymzellen tritt eine bräunliche, wie es scheint, harzige Masse auf.

Das Faulbaumholz ist weich, grob, etwas glänzend, leicht zu spalten. Trocken beträgt seine Dichte nach Nördlinger 0.57—0.61.

16. Das Holz des Buchsbaumes.

(*Buxus sempervirens L.*)

Der Buchsbaum kommt im Süden Europas und in Kleinasien sowohl als Strauch als auch als Baum (Splintbaum) vor. Das kleinasiatische zeichnet sich vor dem italienischen, südfranzösischen und spanischen Buchsholz durch grössere Homogenität aus und dient zu Holzschnitten und feinen Schnitzarbeiten, während das europäische Buchsholz, welches schon einen gewissen Grad von Faserigkeit zeigt, nur zu Drechslerarbeiten und zur Verfertigung musikalischer Instrumente (Flöten, Oboën etc.) geeignet ist.

Die nachstehenden Beobachtungen[1]) beziehen sich auf kleinasiatisches, zu xylographischen Zwecken dienliches Buchsbaumholz.

Das unbewaffnete Auge erkennt am querdurchschnittenen Buchsholz dunkle, um ein 0.3 — 1 Millim. dickes Mark gelagerte Jahrringe und senkrecht darauf überaus feine Markstrahlen.

---

1) Ausgeführt von Herrn W. Hauck.

Mit der Loupe werden die Jahrringe und Markstrahlen noch deutlicher sichtbar; auch erblickt man zahlreiche überaus feine, weisse, gleichmässig über den ganzen Querschnitt vertheilte, den Gefässen entsprechende Pünctchen.

Mikroskopischer Befund. Beim ersten Anblick des querdurchschnittenen Buchsholzes im Mikroskop nimmt man gar keine Jahrringe wahr; und erst nach genauer Prüfung sieht man an der convexen Seite der Jahrringe eine oder zwei aus tangential stark zusammengepressten Holzzellen bestehende Zellreihen liegen, welche der Herbstgrenze des Holzringes entsprechen. Das Lumen dieser Holzzellen erscheint als Querlinie. Diese Herbstholzlinie ist durch das freie Auge gewiss nicht wahrzunehmen, und zweifelsohne kommt für das freie Auge das Hervortreten der Jahrringe nur dadurch zum Vorschein, dass die älteren Holzzellen jedes Jahrringes dunkler als die jüngeren gefärbt sind, ein Unterschied, der im dünnen Querschnitte bei mikroskopischer Betrachtung nicht empfunden wird. Die Gefässe sind ziemlich gleichförmig im Holzringe vertheilt. Ihre Weite schwankt zwischen 0.021 — 0.042 Millim. Im Mittel beträgt der Querschnittsdurchmesser 0.028 Millim. Am häufigsten wurde der Werth 0.025 Millim. wahrgenommen. Die Gefässwände sind mit kleinen rundlichen Tüpfeln bedeckt und mit schiefen, leiterförmig durchbrochenen Seitenwänden versehen. Die Holzzellen erreichen eine Dicke von 0.0168 Millim.; ihr Lumen steigt höchstens auf 0.006 Millim. Am häufigsten findet man als Werth für den grössten Querschnittsdurchmesser der Holzzelle 0.014 Millim. und für die Weite des Lumens die Grösse 0.004 Millim. Die Markstrahlen verlaufen geradlinig und bestehen aus ein oder zwei, selten aus drei Zellreihen. Nach dem oberen und unteren Ende der Markstrahlen hin nehmen die Markstrahlenzellen häufig an Grösse zu. Hier folgen die Dimensionen der Markstrahlenzellen:

r = 0.016—0.063 Millim. (häufigster Werth: 0.042 Millim.)
t = 0.004—0.006 » (» » : 0.006 »)
h = 0.006—0.021 » (» » : 0.008 »).

Den Gefässen liegt ein dünnwandiges Holzparenchym an, welches auch schon im Querschnitt angedeutet ist. Die Elemente dieses Gewebes zeigen folgende Abmessungen:

r = 0.002—0.008; meist 0.006—0.008 Millim.
t = 0.008—0.016; » 0.012 »
h = 0.063—0.092; » 0.084 »

Markstrahlen- und Holzparenchymzellen führen häufig eine gelbbräunliche, harzige Inhaltsmasse.

Das Buchsholz ist überaus fein, homogen und hart, gelblich oder gelb, glanzlos, ausserordentlich schwierig spaltbar, sehr dauerhaft. Nach Nördlinger beträgt die Dichte des trockenen Holzes 0.99 — 1.02.

Das Holz dient zu den feinsten Dreh- und Schnitzarbeiten (Xylographien etc.) und zur Verfertigung von Blasinstrumenten.

17. Ahornholz.

In Europa wird das Holz von drei Ahornarten benutzt, nämlich vom Feldahorn oder Massholder (*Acer campestre L.*), vom Bergahorn, auch gemeiner oder weisser Ahorn genannt (*A. pseudoplatanus L.*) und vom Spitzahorn (*A. platanoides L.*).

Ich beschreibe im Nachfolgenden das Holz des letztgenannten Baumes, welches morphologisch sehr nahe mit jenem der beiden andern übereinstimmt.

Der Spitzahorn ist ein Splintbaum. Manchmal erscheint in älteren Baumstämmen ein bräunlicher Kern, der aber vielleicht nur eine pathologische Erscheinung ist[1]). Das Mark erreicht eine Dicke von 3 Millim. und darüber, die Markstrahlen werden höchstens 1 Mm. hoch.

Das freie Auge unterscheidet am Ahornholze Jahrringe und Markstrahlen. Erstere sind keineswegs scharf ausgeprägt; eine etwas dunklere Lage von Herbstholzgewebe bildet die Abgrenzung, die in Folge der Schmalheit dieses Gewebes mit der Loupe etwas deutlicher wahrnehmbar ist. Letztere erscheinen als helle Linien auf dunklerem Grunde.

Mit der Loupe erblickt man zwischen den Markstrahlen zahlreiche, über den Querschnitt gleichmässig vertheilte, weissliche Pünctchen, welche den Gefässen entsprechen. Als Poren erscheinen die Gefässe an diesem Holze im Loupenbilde nie.

Mikroskopischer Befund. Gefässe sind nicht sehr reich vertreten; die vorhandenen vertheilen sich sehr gleichmässig im Holzringe. Ihre Weite beträgt im Mittel 0.071 Millim. Die Gefässwände sind theils getüpfelt, theils spiralförmig verdickt, nicht selten sowohl getüpfelt als mit Verdickungsspiralen bedeckt. Die Tüpfel sind sechsseitig contourirt; ihre Breite beträgt etwa 0.0072 Millim. An diesem Holze lassen sich sowohl kenntliche als unkenntliche Markstrahlen unterscheiden; erstere bestehen aus 5—8, letztere blos aus 1—2 Zellreihen. Die Breite der ersteren steigt bis auf 0.076, die der letzteren bis auf 0.011 Millim. Die Markstrahlenzellen haben folgende Abmessungen:

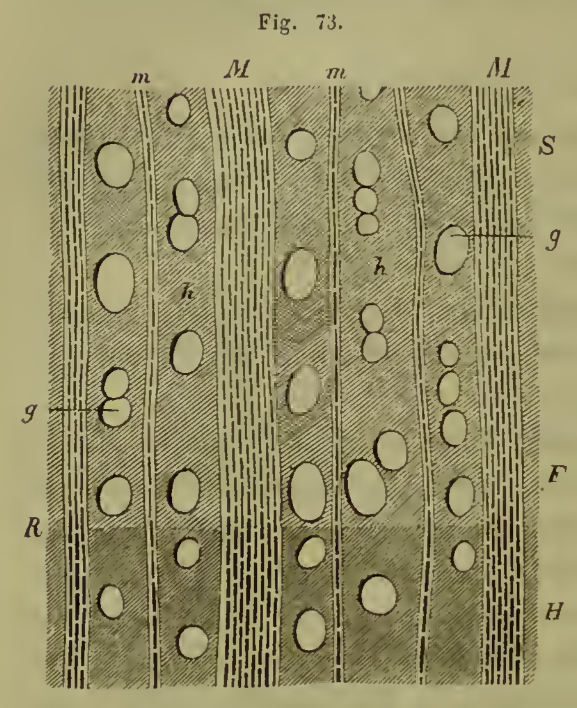
---

1) Unter den nordamerikanischen Ahornarten existiren einige mit ausgesprochener Kernbildung, z. B. *Acer striatum* und *dasycarpum*.

r = 0.144 Millim.
t = 0.009 »
h = 0.018 »

In ihrem Inhalte erscheinen Harz-, selten Stärke- oder Gerbstoff-körner. Die Harz- und Gerbstoffkörner nehmen mit Eisenchlorid eine schmutzig-grüne Färbung an. Die Holzzellen, auf den möglichst engsten Raum zusammengedrängt, erreichen eine Dicke von 0.022 Millim. An den weitesten und dicksten Zellen steigt der Durchmesser des Baumes bis auf 0 014 Millim. Das Holzparenchym ist ziemlich gleichmässig im Holzkörper verbreitet: seine Zellen führen dieselben Inhaltsstoffe wie die Markstrahlenzellen und ergeben folgende Dimensionen:

Fig. 73.



Halbschematisch. Vergr. 80. *H* Herbst-, *F* Frühlings-, *S* Sommerholz des Ahorns, *R* Grenze zweier Jahresringe, *g g* Gefässe, *M M* kenntliche, *m m* unkenntliche Markstrahlen, *h* Holzzellen (durch Schraffirung bezeichnet).

r = 0.018 Millim.
t = 0.022 »
h = 0.180 »

Das stets schön weissliche oder gelbliche Holz dieses Baumes ist fein im Gefüge, glänzend auf der Spaltfläche, hart und schwierig aber schön spaltbar; im trockenen Zustande beträgt seine Dichte 0.56—0.81. Trocken gehalten ist es sehr dauerhaft, nicht aber, wenn es der Feuchtigkeit ausgesetzt ist.

Tischler- und Drechslerholz; dient auch zur Verfertigung von musikalischen Instrumenten (Stimmstöcke für Claviere, Böden und Zargen für Geigen).

18. Cedrelaholz (Cigarrenkistenholz, Zuckerkistenholz, acajou femelle, fälschlich auch Cedernholz oder spanisches Cedernholz genannt).

(*Cedrela odorata L.*)

Cedrela odorata ist ein westindischer Baum.

Das zimmtbraune Kernholz des Baumes zeigt deutlichen Ringbau. Die einzelnen Holzringe haben nicht selten eine Breite von einem Centimeter, deren Grenzen ebenso schon mit freiem Auge kenntlich sind als die Gefässe und gröberen Markstrahlen.

Mit der Loupe erkennt man die nicht sehr dicht gestellten, etwas wellenförmig verlaufenden Markstrahlen noch schärfer. Sie erscheinen als hellbraune dichte Gewebszüge auf graubraunem Grunde. Die Gefässe treten nunmehr als grosse, einzelne oder in radialer Richtung zu Paaren gestellte Poren hervor. An der Grenze der Holzringe zeigt sich eine schmale, hellbraun gefärbte Zone von lockerem Holzgewebe, welche von sehr weiten Gefässen reich durchsetzt ist. Auf der Spaltfläche erscheinen die Markstrahlen etwa millimeterhoch und die Gefässe stellenweise mit einer rothbraunen, harzigen Masse erfüllt.

Mikroskopischer Befund. Gefässe sind reichlich vorhanden, am zahlreichsten treten sie in der hellen, schwammigen Grenzzone des Holzringes auf, wo sie eine Weite von 0.24 Millim. erreichen. Die mittlere Weite der Gefässe beträgt immerhin noch 0.142 Millim. Die Wände der Gefässe sind theils farblos, theils blutroth, und entweder mit kleinen 0.004 Millim. breiten Tüpfeln oder stark in die Quere gezogenen Poren versehen. Die Markstrahlen bestehen aus 1—4 Zellreihen, deren Zellen sehr variable Abmessungen erkennen lassen, wie folgende Zahlen lehren:

t = 0.010—0.019 Millim.
h = 0.012—0.024 »

Noch grösseren Schwankungen ist die Grösse r unterworfen. Die Holzzellen sind bis auf einzelne Reihen oder schmale Züge verhältnissmässig ziemlich dickwandiger Zellen (Libriform), weit und dünnwandig und präsentiren sich als ein schwammiges Gewebe. Ihr Querdurchmesser beträgt im Mittel 0.020 Millim. Ihre Wände sind hellbräunlich gefärbt. Das Holzparenchym erscheint mit Deutlichkeit nur in den Längsschnitten. Es besteht aus verhältnissmässig kurzen, etwa 0.032 Millim. breiten Zellen.

Das Cedrelaholz ist leicht, weich, sehr vollkommen spaltbar, glänzend und riecht angenehm. Es schmeckt ausgesprochen bitter.

Auch das Holz von *Cedrela guianensis Aubl.* wird dem Cedrelaholz, dem es in Aussehen gleichkommt, zugezählt.

19. Echtes Mahagonyholz (Bois d'acajou).
(*Swietenia Mahagony L.*)

Der Baum, welcher dieses edle Kunstholz liefert, ist in Westindien zu Hause. In den Handel wird es von Cuba, Jamaika, Hispaniola und den bahamischen Inseln gebracht. Grössere Quantitäten als von den eben genannten Orten kommen von Hondouras nach Europa. Doch scheint das Hondouras-Mahagony nicht von der genannten Species, sondern von *Swietenia multijuga Schiede*[1]) abzustammen.

1) Schiede, Botanische Berichte. Linnæa 1829. p. 578.

Das Mahagonyholz ist seit dem Ende des 16. Jahrhunderts in Europa bekannt, wohin es von Trinidad gebracht wurde; aber erst ein Jahrhundert später wurde es für unsern Welttheil Handelsgegenstand[1].

Das braune, an der Luft stark dunkelnde Mahagonyholz lässt querdurchschnitten nur einen sehr verschwommenen Ringbau erkennen. Die Gefässe erscheinen als lichte Pünctchen auf dunklem Grunde.

Mit der Loupe treten die ziemlich gleichmässig vertheilten Gefässe zumeist als Poren hervor; ferner erkennt man nunmehr ausserordentlich zahlreiche, überaus feine Markstrahlen als helle Linien auf dunklem Grunde. Die auf den Längsschnitten schon erkennbaren Gefässe erscheinen mit der Loupe betrachtet perlschnurartig, nämlich abwechselnd weisslich und bräunlich.

Mikroskopischer Befund. Da die besseren Sorten von Mahagonyholz maserigen Bau besitzen, so ist es häufig schwer, die zum genaueren Studium der histologischen Verhältnisse dienlichen Schnitte anzufertigen. Genau orientirte Schnitte fallen gewöhnlich nur sehr klein aus. Gefässe vorherrschend isolirt, seltener paarweise; die Weite der grösseren beträgt im Mittel 0.136, der kleineren 0.081 Mm. Die Gefässwände sind mit überaus kleinen Poren bedeckt, die oft so stark in die Quere gestreckt sind, dass sie dem Gefässe das Aussehen eines Spiralgefässes ertheilen. Die Holzzellen erreichen eine Dicke bis 0.024 Millim. Breiter als die Holzzellen sind die auf dem Querschnitte des Holzes unterscheidbaren Holzparenchymzellen, welche häufig Krystalle von oxalsaurem Kalk einschliessen. Die reich vertretenen Markstrahlen sind 1—3reihig, und bestehen aus harzführenden, stark radial gestreckten Zellen mit folgenden Abmessungen:

t = 0.008—0.016 Millim.
h = 0.012—0.020 »

Die Asche ist ziemlich reich an Scheinkrystallen, welche eine mittlere Breite von 0.012 Millim. besitzen.

Das Mahagonyholz ist schwer spaltbar. Die Dichte desselben schwankt nach Karmarsch[2] zwischen 0.560—0.878[3].

Die Verwendung zu Möbelfourniren ist bekannt. Das Mahagonyholz dient auch zur Verfertigung von Lagern für Maschinenbestandtheile.

---

1) Hooker, Botan. Miscellan. I. p. 21.

2) S. Nördlinger l. c. p. 226.

3) Ich untersuchte ein aus Guadeloupe stammendes Holz von *Swietenia Mahagony*, dessen Dichte 1.04 betrug.

20. Caïlcedraholz (Madeira-Mahagony).

(Khaya senegalensis Guill. et Perott.)

Das Holz des senegalensischen Mahagonybaumes wird seit Anfang dieses Jahrhunderts in grossen Massen nach Europa gebracht und in gleicher Weise wie echtes Mahagonyholz verwendet, wenn es diesem auch in vielen Beziehungen nachsteht.

Das Holz hat eine stark in's Rothe fallende braune Farbe und lässt deutlichen Ringbau erkennen. Schon hierdurch, und ebenso durch die Markstrahlen, welche sowohl im Querschnitt als auf dem Längsschnitt an diesem Holze schon durch das freie Auge deutlich gesehen werden, lässt es sich von echtem Mahagonyholze, welches in keinem seiner Schnitte die Markstrahlen makroskopisch wahrnehmen lässt, unterscheiden. Das freie Auge erkennt an dem Caïlcedraholze auch die Gefässe als Poren, ferner zwischen den dunkeln Holzringzonen helle, schmale Grenzlinien.

Das Loupenbild bietet nichts dar, was nicht auch schon für das freie Auge erkennbar wäre.

Mikroskopischer Befund. Gefässe, ziemlich gleichmässig vertheilt, treten theils einzeln, theils in Gruppen bis zu 5 auf. Ihre Weite schwankt zwischen 0.040—0.124, und beträgt meist nahezu 0.108 Millim. Die Gefässwände sind mit überaus feinen Tüpfeln, deren Breite zwischen 0.0005—0.002 Millim. schwankt, und mit ungemein feinen Poren, die häufig in Folge starker Querstreckung der Gefässwand ein spiralstreifiges Aussehen geben, bedeckt. Als Wandbeleg erscheint in den Gefässen oft eine blutrothe, harzige Masse. Die Holzzellen sind sehr dickwandig und erreichen eine Dicke bis 0.016 Millim. Das Holzparenchym, häufig Krystalle von oxalsaurem Kalk führend, ist (stets?) radial angeordnet. Die überaus reichlich vorhandenen Markstrahlen bestehen aus 1—5 Zellreihen, deren Elemente, wie folgende Zahlen lehren, sehr veränderliche Dimensionen besitzen.

r = 0.020—0.100 Millim.
t = 0.008—0.012 »
h = 0.008—0.020 »

Die Asche ist reich an Scheinkrystallen, deren Breite bis 0.028 Mm. steigt.

Die Dichte des Caïlcedraholzes beträgt 0.91.

Dient zu Fourniren für Möbel und zur Verfertigung feiner Holzarbeiten (sehr häufig zu Kästen für Mikroskope, Wagen, feine Gewichtseinsätze).

21. Korkholz (bois de liége, bois flot.).

(*Ochroma Lagopus Swartz.*)

Mit dem Namen Korkholz werden mehrere Holzarten, welche in den physikalischen Eigenschaften dem echten Kork gleich- oder nahekommen, bezeichnet, über deren Abstammung man jedoch noch nicht genau unterrichtet ist. Man bezeichnet *Hibiscus tiliaceus L.*, *Bombax Conyza Burm.*, *Ochroma lagopus Swartz*, *Pterocarpus Montouchi Poir.* und *Nyssa angulensis Mich.* als Stammpflanzen dieses Körpers. Hiermit ist aber die Reihe der Korkholz liefernden Gewächse noch keineswegs erschöpft. Ich besitze beispielsweise ein südamerikanisches Korkholz, welches in seiner Dichte, Elasticität, Schneidbarkeit, im Verhalten gegen Flüssigkeiten und Gase mit dem Kork sehr genau übereinstimmt, und in der Homogenität diesen Körper entschieden überragt. Ueber die botanische Provenienz dieses Korkholzes konnte ich nichts erfahren.

Ich beschreibe im Nachfolgenden das Holz von *Ochroma Lagopus Swartz*, nicht weil gerade dieses Holz der beste Repräsentant der Korkhölzer ist, sondern weil ich wohl von diesem, nicht aber von den übrigen zuverlässliches Material besitze.

Ochroma lagopus ist eine baumartige Malvacee Westindiens.

Um ein 8—15 Millim. dickes, aussen wellenförmig oder etwas zackig contourirtes licht bräunliches Mark liegt ein auf frischer Schnittfläche weisslicher, mit einem Stich in's Rothbräunliche versehener Splint, der beim Liegen an der Luft und am Lichte nicht dunkler, vielmehr lichter wird. Das häufig stark excentrisch gebaute Holz ist an der dickeren Seite so weich, dass es durch den Fingernagel leicht tiefe Eindrücke empfängt.

Am Querschnitt erkennt man auffällig grosse, gleichmässig vertheilte Gefässe und geschlängelte Markstrahlen als weisse Linien auf etwas dunklerem Grunde. Im Loupenbilde treten zahlreiche Markstrahlen hervor. Man bemerkt ferner, dass die Gefässe häufig kleine, aus 2—3 Individuen zusammengesetzte Gruppen bilden.

Mikroskopischer Befund. Die mittlere Grösse der Gefässe beträgt 0.180 Millim. Ihre Wände sind von höchst ungleich grossen und verschieden gestalteten Tüpfeln besetzt, deren Querspalten höchst verschiedene Lagen einnehmen. Die Querwände sind völlig resorbirt.

Holzzellen sind in diesem Holze nur sparsam vertreten. Ihre Dicke steigt bis auf 0.016 Millim. Hingegen ist es überaus reich an Holzparenchym. Sehr bemerkenswerth ist die Ausbildung der stets viel- (4—6)reihigen Markstrahlen, deren Zellen eine ausserordentliche Vielgestaltigkeit aufweisen, wie sowohl aus dem Querschnitt als aus dem tangentialen Längsschnitt zu entnehmen ist. Im Innern jedes

Markstrahles treten Gruppen von Markstrahlenzellen auf, welche den Character von gewöhnlichen Markstrahlenzellen tragen; dazwischen finden sich hingegen Elementarorgane, welche nach Lage und Dimensionen den Character von Holzparenchymzellen an sich tragen. Die Markstrahlenzellen zeigen folgende Abmessungen:

r = 0.020—0.068 Millim.
t = 0.020 Millim. (Mittelwerth)
h = 0.016—0.074 Millim.

Das Holzparenchym besteht aus, im Mittel 0.028 Mm. breiten, höchst verschieden langen kleinporigen Zellen.

Das Korkholz von *Ochroma lagopus* ist ausserordentlich weich, elastisch, korkartig schneidbar, etwas seidig glänzend. Die Dichte ist jener des echten Korkes fast gleich.

22. Lindenholz.

(*Tilia parvifolia Ehrh.*)

Tilia parvifolia ist über ganz Europa verbreitet. Massenhaft, Wälder bildend, findet sie sich vorzugsweise im östlichen Europa (Russland) und im gemässigten Asien. *T. grandifolia* hat einen viel beschränkteren Verbreitungsbezirk. In Süddeutschland und Oesterreich kommt sie wildwachsend, meist jedoch nur eingesprengt im Walde und sehr oft in blos strauchartiger Form vor. In Ungarn findet sie sich häufig vor und bildet ganze Wälder. Im übrigen Europa ist diese Baumart wohl stets nur angepflanzt. Das im Handel erscheinende Lindenholz stammt vorwiegend von *Tilia parvifolia* ab.

Die kleinblätterige Linde ist ein ausgesprochener Reifholzbaum. Das Mark des Stammes misst nach der Dicke höchstens 2 Millim.; es ist weisslich gefärbt. An älteren Stämmen lagert um das Mark das weissliche Reifholz, welches von einem breiten ebenfalls weissen Splint umgeben ist.

Das freie Auge erkennt am querdurchschnittenen Lindenholze deutliche Jahresringe und zahlreiche (kenntliche) Markstrahlen.

Mit der Loupe betrachtet treten sowohl Jahrringe als Markstrahlen noch deutlicher hervor; ausserdem erscheinen zahlreiche, gleichmässig vertheilte, weissliche Puncte, welche Gefässen entsprechen.

Mikroskopischer Befund. Das Frühlingsholz führt mehr Gefässe als das Sommerholz. Im Herbstholze sind fast keine Gefässe wahrnehmbar. Die Gefässe nehmen vom Frühlings- gegen das Herbstholz zu an Grösse ab. Die Gefässe des Frühlingsholzes messen im Querschnitt etwa 0.06, die des Sommerholzes im Mittel etwa 0.024 Millim. Die Gefässe treten entweder einzeln oder in kleinen Gruppen

auf, welche weder eine genaue tangentiale noch radiale Anordnung ihrer Bestandtheile erkennen lassen. Alle Gefässe des Lindenholzes sind mit kleinen rundlichen oder polygonalen, 0.006 Millim. breiten Tüpfeln bedeckt, über welche ein Spiralband in reichlichen Windungen lagert. — Die Holzzellen sind verhältnissmässig dünnwandig, im Querschnitt gesehen gewöhnlich polygonal. Ihr Querdurchmesser beträgt gewöhnlich 0.020, ihr Lumen, nach der Breite, 0.012 Millim. — Von Markstrahlen sind im Mikroskop sowohl kenntliche (3—5 Zellen breite) als unkenntliche (1—2 Zellen breite) zu sehen. Die Markstrahlen führen nur sehr wenig Stärke; fast immer jedoch eine licht bräunliche körnige Masse. Hier folgen die Masse der Markstrahlenzellen:

$$\left.\begin{array}{l} r = 0.060 \text{ Millim.} \\ t = 0.012 \quad » \\ h = 0.014 \quad » \end{array}\right\} \text{Mittelwerthe.}$$

Holzparenchym ist reichlich vorhanden. Die Breite der Zellen desselben beträgt meist 0.020, die Höhe 0.048 Millim.

Das Lindenholz ist weich, gut schneidbar, spaltet leicht aber nicht eben. Die frische Radialfläche glänzt etwas. Die Dichte des trockenen Holzes beträgt 0.32— 0.59. Trocken dauert das Lindenholz sehr lange aus, feucht geworden oder unter Wasser geht es bald zu Grunde.

Beliebtes Schnitz- und Tischlerholz, welches besonders häufig zu inneren Möbelbestandtheilen (Schubfächern u. s. w.) verwendet wird.

23. Das Wurzelholz des Sauerdorns.

(*Berberis vulgaris L.*)

Berberis vulgaris ist ein in Mittel-, Südeuropa und im gemässigten Asien häufig vorkommender Strauch. Der Splint der oberirdischen Aeste und der Kern des Wurzelholzes ist intensiv citrongelb gefärbt. Letzteres wird seit längerer Zeit schon zum Färben verwendet.

Der Querschnitt des Wurzelholzes bietet dem Beschauer deutlich abgegrenzte Jahrringe und dicke etwas bogig verlaufende Markstrahlen dar.

Mit der Loupe sieht man nicht mehr Markstrahlen als schon durch das freie Auge wahrgenommen werden können. Ein Mark ist auch durch die Loupe nicht erkenntlich. Die Jahrringe sind durch eine Porenzone (Frühlingsgefässe) markirt. Die Markstrahlen erscheinen im Querschnitt heller, im radialen Längsschnitt dunkler als das übrige Holzgewebe gefärbt.

Mikroskopischer Befund. Die Gefässe treten theils einzeln, theils in kleinen tangential oder stark schief gegen die Markstrahlen

geneigten Gruppen auf. Die mittlere Weite der Frühlingsgefässe beträgt 0.088, die der übrigen Gefässe 0.036 Millim. Die Wände sind meist blos mit Tüpfeln, deren Breite etwa 0.008 Millim. misst, bedeckt. In einzelnen Gefässen gesellt sich noch ein Spiralband hinzu. Die Markstrahlen bestehen aus 4—10 Zellreihen, deren Elemente folgende Dimensionen aufweisen:

r : sehr veränderlich.
t = 0.014 Millim. } Mittelwerthe.
h = 0.021 »

Die Holzzellen sind dünnwandig; ihr grösster Durchmesser misst im Mittel 0.016 Millim. Holzparenchym ist reichlich vorhanden. Die Breite der Zellen dieses Gewebes beträgt 0.020 Millim. im Mittel; die Höhe dieser Zellen ist sehr veränderlich.

Der Bestandtheil des Sauerdornholzes, auf welchem dessen färbende Kraft beruht, das Berberin, — identisch mit dem aus der Rinde von *Xanthoxylon clava Herculis L.* dargestellten Xanthopicrit — hat seinen Sitz in den Zellmembranen des Holzgewebes, welche intensiv gelb gefärbt sind. Das Berberin ist ein vegetabilisches Alkaloïd von der Zusammensetzung $C_{20}H_{17}NO_4$ [1]), welches in schönen gelben glänzenden Nadeln krystallisirt, in kaltem Wasser schwer, in heissem Wasser und Alkohol leicht auflöslich ist und zumeist gelbe, gut krystallisirende Salze bildet.

Das Sauerdornholz findet als Farbmaterial wegen der geringen Haltbarkeit der Farbe nur eine beschränkte Anwendung. In neuerer Zeit werden einige Salze des Berberins zum Färben verwendet und entweder aus Sauerdornholz oder Columbowurzel dargestellt. Es dient auch zu eingelegten Arbeiten.

24. Das Holz des Hartriegels.

(*Cornus sanguinea L.*)

Die Heimat dieses strauch- oder baumartigen Gewächses ist Europa und Nordamerika.

Um das etwa 2 Millim. dicke Mark herum liegt ein bräunlicher oder fleischfarbiger Kern. Häufig lassen sich beide Färbungen an jedem Jahrringe nachweisen; es ist dann das Sommerholz bräunlich und der Rest des Holzringes fleischroth gefärbt. Die Markstrahlen erreichen eine Höhe von 0.85 Millim.

Am Querschnitt lassen sich Jahrringe und kenntliche Markstrahlen unterscheiden.

1) S. Perrins, Philos. Magaz. 4. IV. p. 99.

Mit der Loupe gewahrt man zudem noch unkenntliche Markstrahlen und in allen Regionen kleine, den Gefässen entsprechende Poren.

Mikroskopischer Befund. Gefässe meist in radialen Reihen zu 3—5; aber auch einzeln. Mittlere Weite derselben 0.056 Millim. Ihre Wände sind mit kleinen, bis 0.004 Millim. breiten Tüpfeln bedeckt und mit langgezogenen, leiterförmig durchbrochenen Querwänden versehen. Die Holzzellen erreichen eine Dicke von 0.014 Millim.; ihr Lumen ist sehr klein, häufig fast nur punctförmig. Die Markstrahlen, fast immer mehrreihig, bestehen aus dickwandigen, im Querschnitt mit grosser Deutlichkeit hervortretenden Zellen, welchen folgende Dimensionen eigen sind:

r bis 0.07 Millim.
t = 0.010 » } Mittelwerthe.
h = 0.014 » }

Holzparenchym ist vorhanden und lässt sich schon in Form von kurzen Auszweigungen der Markstrahlen im Querschnitte erkennen. Die Zellen dieses Gewebes erreichen etwa eine Breite von 0.016 Mm., und sind in der Länge sehr variabel.

Das Hartriegelholz ist sehr hart, sehr schwer spaltbar, fein, schwach glänzend. Trocken beträgt dessen Dichte 0.77—0.81 (Nördlinger).

Das Holz dient zur Verfertigung von Drechslerarbeiten und Maschinenbestandtheilen (Radzähnen).

25. Das Holz der Kornelkirsche.

(*Cornus mascula L.*)

Strauch oder Baum des mittleren und kälteren Europa.

Das blassröthliche oder lichtbräunliche, 1.5 Millim. breite Mark ist von einem dichten, dunkelbraunrothen Kern umgeben, an welchen sich der viel lichter gefärbte, mehr gelbliche Splint in einer Breite von 20—25 Jahrringen anschliesst.

Im Kernholze treten die Jahrringe, im Splinte die Markstrahlen mit grösserer Schärfe hervor.

Mit der Loupe erkennt man sehr zahlreiche Gefässe, zumeist als weissliche Puncte, hier und dort auch als feine Poren, ferner unkenntliche Markstrahlen.

Mikroskopischer Befund. Die Gefässe sind im Frühlingsholze etwas reichlicher als im Sommer- und Herbstholze vorhanden, sie erreichen eine Weite von 0.056 Millim. und zeigen ähnliche Structurverhältnisse wie die des Hartriegelholzes, nur sind die leiterförmig

durchbrochenen Querwände noch mehr in die Länge gezogen und, wie es scheint, zahlreicher als bei jenem vorhanden. Die Holzzellen haben eine maximale Dicke von 0.014 Millim.; der mittlere Durchmesser ihres Lumens beträgt 0.004 Millim. Die Markstrahlen erreichen eine Höhe von etwa 0.5 Millim.; gewöhnlich ist ihre Höhenausdehnung noch geringer. Da diese Gewebe nicht selten einander sehr nahe gerückt sind, so kann man, nach Betrachtung mit freiem Auge oder mit der Loupe leicht verleitet werden, sie für bedeutend höher zu halten. Die Markstrahlen sind meist 2—3reihig; ihre Elemente treten in den Schnitten mit seltener Schärfe hervor. Sie zeigen folgende Abmessungen:

r = 0.016—0.060 Millim.
t = 0.013 » } Mittelwerthe.
h = 0.016 » }

Ihre Wände sind dickwandig, deutlich porös, sie führen bräunliche Harzmassen (?). Holzparenchym ist vorhanden; die Zellen desselben sind etwa 0.016 Millim. breit und sehr variabel in der Länge.

Sehr hartes, schwer spaltbares, feines, etwas glänzendes Holz. Trocken beträgt nach Nördlinger dessen Dichte 0.88—1.03.

Wird wie das Vorhergehende verwendet.

26. Beinholz.

(*Lonicera xylosteum L.*)

Lonicera xylosteum ist ein in den Wäldern Europas häufig vorkommender Strauch.

Um das 2—3 Millim. dicke Mark lagert ein bräunlicher, harter, schwerer Kern, welcher von 5—10 Splintringen umgeben ist.

Mit freiem Auge erkennt man von den Structurverhältnissen nur sehr wenig. Die Jahrringe treten allerdings scharf hervor; von ihrem Baue ist jedoch für das freie Auge fast nichts zu sehen.

Die Loupe lässt sehr zahlreiche weissliche Markstrahlen, ferner einen weisslichen Saum an der inneren, einen bräunlichen an der äusseren Seite jedes Jahrringes erkennen, von welchen der erstere dem Frühlingsholze, der letztere dem Herbstholze angehört.

Erst durch das Mikroskop werden die Gefässe sichtbar. Sie treten in allen Regionen des Jahrrings, indess etwas reichlicher als in den übrigen Partien desselben im Frühlingsholze auf. Der Querschnittsdurchmesser der Gefässe steigt selten über 0.024 Millim. Die Gefässwände sind mit schmalen Spiralbändern, ferner mit Tüpfeln versehen, welche entweder die ganze Fläche der Wand bedecken oder nur in longitudinalen Reihen auftreten, und eine Breite von 0.0036

Millim. aufweisen. Die Holzzellen erreichen eine Dicke von 0.0104 Millim., ihre Membranen sind innen mit spiraligen Verdickungen versehen. Sehr bemerkenswerth sind die Dimensionen der Markstrahlenzellen, welche nicht selten eine viel grössere Höhe als radiale Ausdehnung aufweisen.

$$\left.\begin{array}{l} r = 0.028 \text{ Millim.} \\ t = 0.014 \quad » \\ h = 0.032 \quad » \end{array}\right\} \text{Mittelwerthe.}$$

Die Markstrahlen treten in diesem Holze meist in einfachen Reihen auf.

Das Beinholz ist ausserordentlich fein, schwerspaltig, gut schneid- und drehbar, und widerstandsfähig gegen athmosphärische Einflüsse.

Dieses zäheste aller mitteleuropäischen Hölzer wird zur Verfertigung von Drehwaaren, Maschinenbestandtheilen und Ladestöcken genommen.

27. Das Holz des Schlingbaumes.

(*Viburnum Lantana L.*)

Strauch oder Baum des mittleren und südlichen Europa.

Mark bis 6 Millim. dick. Kern braun. Splint anfänglich grünlich, später licht rothbräunlich oder weisslich, zehn Jahrringe dick und darüber.

Am Querschnitt erkennt man mit freiem Auge fast keinerlei Structurverhältnisse; die Jahrringe sind höchst undeutlich geschieden, die Markstrahlen nur angedeutet.

Auch mit der Loupe ist am querdurchschnittenen Holze nur wenig zu sehen. Die Trennung der Jahresringe erscheint keineswegs scharf, auch die Markstrahlen sind nur undeutlich zu sehen. Die Gefässe treten in Form kleiner weisser Pünctchen hervor.

Mikroskopischer Befund. Gefässe zahlreich, ziemlich gleich weit; im Mittel 0.044 Millim. breit, fast nur einzeln. Querwände stark in die Länge gezogen, leiterförmig durchbrochen. Seitenwände mit kreisförmigen bis stark quergestreckt elliptischen Tüpfeln versehen. Holzzellen, bis 0.022 Millim. dick, getüpfelt. Die Markstrahlen habe ich nur einreihig gesehen. Ihre Zellen, relativ dünnwandig, porenarm, mit bräunlicher, anscheinend harziger Substanz versehen, zeigen folgende Abmessungen:

r : sehr veränderlich.

$$\left.\begin{array}{l} t = 0.013 \text{ Millim.} \\ h = 0.020 \quad » \end{array}\right\} \text{Mittelwerthe.}$$

Das nicht reichlich vorhandene Holzparenchym besteht aus 0.014 Millim. breiten, verschieden hohen Zellen.

Das Schlingbaumholz ist hart, fein, etwas glänzend, schwer spaltbar, gut schneid- und drehbar.

28. Das Holz der Rainweide (Liguster).

(*Ligustrum vulgare L.*)

Strauchartiges Gewächs des mittleren und südlichen Europa.

Das 1—4 Millim. breite Mark ist von einem bräunlichen, in's Violette ziehenden Kern, dieser von licht gelbbräunlichem Reifholz umgeben, woran sich der weissliche Splint in einer Dicke von 10—12 Jahresringen anschliesst.

Am Querschnitt erkennt das freie Auge kaum mehr als die häufig stark wellenförmig contourirten Jahresringe. Am radialen Längsschnitt erscheinen die Markstrahlen als lichtbräunliche Querstreifen im hellen Grunde; sie treten nicht sonderlich scharf hervor.

Loupenansicht des Querschnittes. Eine bräunliche Herbstholzlinie hebt sich von dem hellen Frühlingsholze deutlich ab. Zahlreiche feine Markstrahlen, hell auf dunklerem Grunde, undeutlich. Gefässe als feine Poren nur im Frühlingsholze nachweisbar; ebenfalls nicht deutlich.

Mikroskopischer Befund. Am Querschnitt erscheinen überaus zahlreiche vereinzelte oder (im Frühlingsholze) in tangential angeordneten Paaren stehende Gefässe von höchst ungleicher Weite; im Frühlingsholze ungleich zahlreicher als im Herbstholze. Die Gefässe des ersteren haben eine mittlere Weite von 0.036, die des letzteren von 0.016 Millim. Die Querwände der Gefässe sind völlig resorbirt, an den Seitenwänden erscheinen zahlreiche Kreistüpfel in einer Breite von 0.006 Millim. Die Holzzellen erreichen eine Dicke von 0.015 Millim.; ihr Lumen vergrössert sich bis auf 0.008 Millim. Die Innenseite dieser Zellen ist mit einem Spiralband belegt. Die Markstrahlen bestehen aus 1—2 Zellreihen und erreichen meist nur eine Höhe von 0.14 Mm. Ihre Elemente sind in radialer Richtung sehr verschieden stark in die Länge gestreckt; im Uebrigen zeigen sie folgende Abmessungen:

$$\left.\begin{array}{l} t = 0.012 \text{ Millim.} \\ h = 0.012 \quad » \end{array}\right\} \text{Mittelwerthe.}$$

Holzparenchym ist vorhanden. Die Zellen desselben sind 0.014 Millim. breit, und in Bezug auf Höhe sehr veränderlich. In den Markstrahlen und im Holzparenchym treten Inhaltsstoffe nur sehr sparsam auf.

Das Rainweidenholz ist sehr fein und hart, glänzend, im Trockenen dauerhaft, schwer spaltbar, gut schneid- und drehbar. Die Dichte des trockenen Holzes beträgt 0.92—0.95 (Nördlinger).

29. Schwarzes Ebenholz.

Mit dem Namen Ebenholz belegt man zahlreiche dichte, dunkle Holzarten, und unterscheidet sie nach der Farbe als schwarzes und grünes (oder braunes) Ebenholz. Echtes schwarzes Ebenholz stammt von mehreren *Diospyros* - Arten, welche in Indien und auf den Inseln des indischen Archipels vorkommen, ab; nämlich von *Diospyros Ebenum Retz.*, *D. ebenaster Retz.* und *D. melanoxylon Roxb.*; ferner von *D. melanidea Poir.* auf Réunion und Isle-de-France. Das schwarze Kernholz hebt sich an dem letztgenannten Baume scharf vom Splinte ab, in welchen es häufig inselförmig hineinragt, so dass die Schnittflächen weiss gefleckt erscheinen, weshalb man dieser Sorte von Ebenholz den Namen weisses Ebenholz (Ébène blanc) gegeben hat. Auch *Maba Ebenus Spreng.*, eine baumartige Ebenacee der Molukken, liefert echtes Ebenholz. Das grüne Ebenholz stammt von *Bignonia leukoxylon L.*, einem westindischen Baume, ab (s. p. 589).

Als Repräsentanten der Gruppe der echten schwarzen Ebenhölzer beschreibe ich das Holz von *Diospyros Ebenum*.

Das tief schwarze Kernholz dieses Baumes lässt auf dem Querschnitte fast keinerlei Structurverhältnisse erkennen. Eine Andeutung der Jahrringbildung ist allerdings vorhanden. Auch sieht man bei günstiger Beleuchtung überaus kleine, in nicht allzu grosser Zahl vorhandene Poren (Gefässe). Auf dem Längsschnitt erscheinen die Gefässe deutlicher.

Loupenbild des Querschnittes. Die Gefässe treten scharf hervor. Höchst bemerkenswerth ist das Hervortreten der Markstrahlen in Form von überaus zarten perlschnurartigen Gebilden. Die Markstrahlen, welche an diesem Holze stets nur einreihig sind, bestehen aus so grossen Zellen, dass man jede einzelne als kleines Pünctchen unterscheiden kann. Die Perlenschnüre erscheinen weiss auf tiefbraunem bis pechschwarzem Grunde. Auch eine Andeutung eines in zarten Querbändern erscheinenden Holzparenchyms ist mit einer scharfen Loupe und bei günstiger Beleuchtung nachweisbar.

Mikroskopischer Befund. Die Gefässe treten theils einzeln, theils in kurzen radialen Reihen zu 2—3 auf. Breite bis 0.088 Mm. Die Gefässwände erscheinen fast durchwegs structurlos und mit grossen schwarzbraunen, harzigen Ballen belegt. Nach Einwirkung oxydirender Mittel werden die Structurverhältnisse der Gefässwände, mindestens stellenweise, erkennbar. Die überaus dicken, braunen Membranen der Gefässe sind mit sehr kleinen, etwa 0.003 Millim. breiten Tüpfeln belegt. — Die Markstrahlen bestehen durchwegs nur aus einer

Reihe, relativ sehr grosser Zellen, welchen meist nahezu folgende Dimensionen eigen sind:

r = 0.040 Millim.[1]
t = 0.024 »
h = 0.026 »

Viele Zellen enthalten einzelne grosse Krystalle von oxalsaurem Kalk. Die Asche des Ebenholzes setzt sich in Folge dessen fast gänzlich aus Pseudokrystallen von Kalk zusammen. Bei nicht vollständiger Verbrennung des Ebenholzes bleiben, und zwar zur Zeit, wenn bereits der oxalsaure Kalk in Kalk umgewandelt wurde, die Gefässe in Form schwarzer, mit grossen Löchern versehener Schläuche zurück. Die Höhe der Markstrahlen steigt blos bis auf 0.48 Millim. Das Holzparenchym hebt sich im Querschnitte nur wenig deutlich vom übrigen Gewebe ab. Die Zellen desselben halten in der Breite die Mitte zwischen den Markstrahlen und Holzzellen; ihre Länge ist variabel. Die Holzzellen haben eine mittlere Dicke von 0.016 Millim. Alle Zellen, die Holzzellen nicht ausgenommen, sind mit einer schwärzlichen, harzartig aussehenden Innenmasse erfüllt. Die Morphologie der Ebenholzasche macht es sehr leicht möglich, echtes Ebenholz von unechtem und imitirten Ebenholze unterscheiden zu können.

Das Ebenholz ist bekanntlich hart, fein und schwer. Die Dichte des trockenen schwarzen Ebenholzes beträgt nach Karmarsch[2] 1.187. Nach Duhamel[3] ist die Dichte des weissen Ebenholzes gleich 0.966 und die des schwarzen 1.246.

Die Arten des Ebenholzes zählen zu den werthvollsten Kunsthölzern.

30. Das Holz der Esche.

(*Fraxinus excelsior L.*)

Die gemeine Esche ist im mittleren und südlichen Europa, ferner im gemässigten Asien zu Hause. In Deutschland wird dieser Baum als forstliches Culturgewächs, meist mit Rothbuche gemengt, gezogen.

An älteren Eschenstämmen kann man ausser dem 2—4 Millim. dicken, 4—5eckigen, gelblichen, bräunlich berandeten Mark noch Kern-, Reifholz und Splint unterscheiden. Der Kern ist bräunlich, riecht eigenthümlich, der Splint ist weiss.

Mit freiem Auge erkennt man überaus deutlich die Jahrringe, indem das Frühlingsholz gefässreich und schwammig, das Herbstholz

1) In manchen Markstrahlen scheint diese Dimension constant grösser zu sein.
2) S. Nördlinger l. c. p. 225.
3) S. Nördlinger l. c. p. 225.

dicht und dunkler als jenes gefärbt ist. Die Markstrahlen erreichen eine Höhe bis 0.6 Millim.

Die Loupe lässt die Jahrringe scharf hervortreten. Ferner sieht man bei dieser Bewaffnung des Auges sehr zahlreiche (unkenntliche) Markstrahlen, die aus dem lichten Frühlingsholz als helle Streifen in das dunklere Sommer- und Herbstholz hineinragen. Die Frühlingsgefässe erscheinen nunmehr als grosse Poren. Im Sommer- und Herbstholze sind mit der Loupe keine Gefässe wahrnehmbar. Hingegen erkennt man hier zahlreiche kleine helle Fleckchen, welche in den Herbstlagen des Jahrringes sich stellenweise zu tangential angeordneten Binden vereinigen.

Mikroskopischer Befund. Die Gefässe des Frühlingsholzes erreichen eine Weite bis 0.15 Millim. In der Zone des Frühlingsholzes stehen sie entweder einzeln oder zu zweien, selten zu dreien. Nach dem Herbstholz hin nimmt die Breite der Gefässe ab. Im Sommerholz beträgt ihr Querdurchmesser meist 0.064 Millim. Im Herbstholz sind sie noch schmäler und äusserst sparsam vertreten. Hier und im Sommerholze treten sie ebenfalls entweder einzeln oder in radialer Anordnung zu zweien, selten zu dreien auf. Die Gefässwände sind auffällig dick Das Lumen der Gefässe nicht selten mit Tillen (parenchymatische Gewebswucherungen) erfüllt. Die Gefässwände habe ich niemals getüpfelt, sondern stets porös gesehen. Die Poren sind spaltenförmig gestaltet und steigen spiralig an. — Die Holzzellen des Frühlingsholzes, abgerundet-polygonal im Umriss, messen im Querschnitt bis 0.028 Millim.; ihr Lumen steigt bis auf 0.020 Millim. Die meist tangential abgeplatteten Herbstholzzellen sind häufig nur 0.012 Millim. breit, und ihr Lumen ist kaum weiter als 0.004 Millim. Die Markstrahlen umschliessen in der Breite 1—4 Zellen mit folgenden Abmessungen:

r = 0.068 Millim.
t = 0.014 »
h = 0.016 »

Die Holzparenchymzellen, bis 0.024 Millim. breit, sind meist kurz und verhältnissmässig dickwandig. Die im Loupenbilde erscheinenden lichten Flecke erweisen sich als Gefässe oder Gefässgruppen, welche von dünnwandigem Gewebe (dünnwandigen Holzzellen oder Holzparenchym) umgeben sind.

Das Eschenholz ist fein, schwerspaltig, auf der Radialfläche ziemlich glänzend, hart; seine Dichte beträgt im trocknen Zustande 0.57—0.96 (Nördlinger).

Das Holz dient zu Drechsler- und Wagnerarbeiten, junges Holz zur Verfertigung von Fassreifen.

31. Grünes Ebenholz (Braunes Ebenholz).

(*Bignonia leukoxylon L.*)

Das Holz dieses in Südamerika (Guiana etc.) und Westindien (Jamaika etc.) vorkommenden Baumes führt im Handel den Namen grünes, braunes, auch gelbes Ebenholz (ébène verte, brune, jaune; Greenheart) und wird seiner schönen dunkeln Farbe, seiner Härte und Dauerhaftigkeit wegen zu feinen Tischlerarbeiten verwendet und soll auch zum Grünfärben benutzt werden [1]).

Frisch angeschnitten ist das Holz bräunlich mit grüngelben Puncten; an der Luft wird seine Farbe tief braun bis schwärzlich, behält aber lange, vielleicht immer, einen Stich in's Grünliche.

Frisch angeschnittene Querflächen des Holzes zeigen allerdings Ringbau; aber deutliche Jahresringe sind auf selben nicht zu bemerken. Hellere und dunklere, meist nicht scharf gegen einander abgegrenzte Zonen wechseln mit einander ab. Auf Querschnitten, welche schon längere Zeit hindurch der Luft ausgesetzt waren, erscheinen die dunkeln Zonen fast schwarz.

Mit der Loupe unterscheidet man gelbgrüne Puncte und ebenso gefärbte zarte Markstrahlen in dunklem Grunde.

Mikroskopischer Befund. Gefässe sind nur sparsam vertreten. Ihre Weite steigt selten über 0.060 Millim. Ihre Wände sind mit überaus feinen Poren (Tüpfeln?), deren Breite sich kaum messen lassen dürfte, übersäet. Die Markstrahlen setzen sich aus 1—3 Reihen zusammen und bestehen aus Zellen, bei denen

$$t = 0.013 \text{ Millim.}$$
$$h = 0.017 \quad »$$

beträgt, und deren radiale Abmessungen vielen Schwankungen unterworfen sind. Die Holzzellen besitzen stark verdickte goldgelbe Membranen und führen wie die Zellen des Holzparenchyms einen braunen, anscheinend harzigen Inhalt. Die Dicke der ersteren beträgt im Mittel 0.022 Millim. Die Holzparenchymzellen erscheinen im Querschnitt theils als Auszweigungen der Markstrahlen, theils in Form kleiner Inseln im übrigen Holzgewebe. Sie sind dünnwandiger aber dicker als die Holzzellen und im Querschnitte leicht als solche zu erkennen. Die gelben Puncte und Striche, die man am Querschnitt durch die Loupe erblickt, entsprechen dem Holzparenchym.

Das Holz von *Bignonia leukoxylon* ist fein im Gefüge und trotz seiner grossen Härte gut schneidbar. Grünes Ebenholz besitzt nach Karmarsch [2]) eine Dichte von 1.210.

---

1) Vgl. hierüber Cat. des col. fr. p. 29 und 38; Duchesne l. c. p. 104.
2) S. Nördlinger l. c. p. 225.

32. Palisanderholz.

Als Stammpflanze des Palisanderholzes (Polyxanderholz) wird *Jacaranda brasiliana Pers.*, eine südamerikanische Bignoniacee angegeben. Diese Herleitung bedarf jedoch noch genauerer Bestätigung. Auch *Machærium*-Arten werden als Stammpflanzen dieses Holzes genannt.

Das Palisanderholz ist hart, schwer, sehr schwierig spaltbar, im Schneiden an einzelnen Stellen fast spröde. Es hat eine eigenthümliche, chocoladebraune, in's Violette geneigte Farbe und ist von tiefschwarzen Adern und Bändern auf den Verticalflächen durchzogen.

Die Jahrringe sind für das freie Auge kaum kenntlich. Am Querschnitt erscheinen, besonders deutlich in den dichten dunkeln Bändern, porenförmige Gefässe. Auf dem Längsschnitt treten die Gefässe als schwarze, glänzende, ziemlich geradlinig verlaufende Furchen auf.

Mit der Loupe lassen sich die Jahrringe deutlicher unterscheiden. Ueber den Querschnitt laufen Markstrahlen in lichten, nicht deutlich sichtbaren Linien. Etwas besser treten die Züge des Holzparenchyms hervor, welche nahezu senkrecht auf den Markstrahlen stehen.

Mikroskopischer Befund. Die Gefässe stehen meist einzeln. Viele von ihnen erscheinen im Querschnitt wie von einer schwarzrothen, harzigen Masse erfüllt. Ihre Weite steigt bis auf 0.124 Millim. Die Structur der Gefässwände ist nur hier und dort erhalten, gewöhnlich erscheinen letztere structurlos, verharzt, und nur an einzelnen Stellen erkennt man kleine kreisförmige Tüpfel. Viele Gefässe sind von einem aus Holzparenchymzellen und getüpfelten Leitzellen bestehenden Gewebe umgeben. Dieses »Holzparenchymgewebe« (vgl. oben p. 531) zweigt sich aber auch von den Markstrahlen ab und verläuft im Holzgewebe manchmal, ohne Gefässe zu berühren. Das Holzparenchymgewebe erreicht an einzelnen Stellen eine Breite von 0.100 Millim. und überragt nach dieser Dimension das Markstrahlengewebe manchmal sogar um das fünffache. Die Holzparenchymzellen zeigen folgende Abmessungen:

r = 0.013—0.025 Millim.
t = 0.012—0.026 »
h = 0.056—0.088 »

Die getüpfelten Leitzellen besitzen eine Länge von 0.160—0.220 und eine Breite und Dicke von 0.032—0.044 Millim. Ihre getüpfelten Wände befinden sich, wie die Gefässwände, in einem Verharzungsprocesse. Die Holzzellen messen im Querschnitt 0.009 Mm.; ihr Lumen hat eine Weite von 0.005 Millim. Die Wände der Holzzellen sind rothbraun gefärbt. Viele dieser Zellen beherbergen eine rothbräunliche, structurlose Innenmasse. Die Markstrahlen setzen sich aus 1—3 Zellreihen zusammen. Ihre Elemente haben folgende Masse:

r = 0.040—0.161 Millim.
l = 0.008—0.014 »
h = 0.016—0.020 »

Die Markstrahlen- und Holzparenchymzellen sind mit einer blutrothen Harzmasse erfüllt.

Mit siedendem Wasser behandelt giebt dieses Holz eine kleine Menge einer Substanz ab, welche die Flüssigkeit gelblich färbt. Ammoniak wird durch dieses Holz licht bräunlich gefärbt. Durch Weingeist lässt sich eine in Lösung rothviolette Substanz entziehen, welche durch Ammoniak nicht merklich verändert wird. Durch Ammoniak wird das Holz nur tiefer braun gefärbt.

Das Palisanderholz zählt zu den edelsten Kunsthölzern.

33. Teakholz.

(*Tectona grandis L. fil.*)

Der genannte Baum tritt als Bestandtheil der Wälder Vorder- und Hinterindiens, ferner des Sundaarchipels in grossen Mengen auf. Das Holz desselben führt auch die Namen Tek, Tiek; im Malaiischen wird es Djati genannt.

Seitdem sich das Holz dieses Baumes als das kostbarste bis jetzt bekannte Schiffsbaumaterial erwiesen hat, wird es in Indien und Java in eigenen von Regierungsbeamten bewirthschafteten Wäldern cultivirt[1]). Das Holz cultivirter Bäume ist nach Miquel noch besser als das wilder Bäume. Gewöhnlich werden die Bäume zwischen dem 40. bis 60. Jahre gefällt, wenngleich der Baum bis zu seinem 100. Jahre an Höhe zunimmt. Die gefällten Stämme haben meist eine Höhe von 17—20 Meter und eine Dicke von 1.3 Meter. Selten steigt die Höhe gefällter Stämme bis auf 27 Meter. Das Holz wird nicht nur im grossen Massstabe bereits in Indien und China verarbeitet, sondern geht bereits in Massen nach Europa, namentlich nach Holland und England. Die birmanischen Häfen allein führen jährlich 20—40000 Tonnen Teakholz aus, die hauptsächlich nach England gehen. Unter den Teakholzsorten Indiens ist das siamesische das Beste. Es wird von Bangkok aus in den Handel gesetzt[2]).

Die Eignung des Teakholzes zum Schiffsbau und seine Eigenschaft, dem Insectenfrasse fast gar nicht unterworfen zu sein, sind schon lange bekannt[3]).

---

1) Miquel, Flora von Nederl. Ind.; Scherzer, Com. stat. Ergebnisse der Novaraexpedition. Leipzig 1867. p. 178 ff. Auch auf Sumatra, wo der Baum nicht wildwachsend beobachtet wurde, wird er cultivirt. Miquel, Sumatra. p. 94.

2) Fachmänn. Berichte über die österr. Exped. nach Ostasien. p. 78 und 190. Ueber die Bedeutung Pegu's für den Teakholzexport s. Roxburgh, Fl. ind. I. p. 600.

3) Loureiro, Flora Cochin. p. 169.

Auf frischer Spaltfläche ist das Teakholz licht braunröthlich. An der Luft wird es alsbald hellbraun bis braunschwarz. Die Gefässe erscheinen nunmehr schwärzlich und glänzend.

Am Querschnitt erkennt man wohl dunkle, fast schwärzliche concentrische Kreise, die aber nur zum Theil den Jahresringen entsprechen. Eine klar ausgesprochene Jahrringbildung kommt an dieser Holzart nicht vor. Kenntliche Markstrahlen sind in grosser Zahl vorhanden. Hier und dort findet man aber auch Markstrahlen, die eine Breite bis zu einem Millim. aufweisen. Aber schon ihre ganz unregelmässige Vertheilung, ihr oft plötzliches Verschwinden gegen die Rindenseite hin deutet darauf hin, dass man es hier mit scheinbar deutlichen Markstrahlen zu thun habe. Zahlreiche, gleichmässig vertheilte Poren, durchschnittenen Gefässen entsprechend, sind über den ganzen Querschnitt ausgestreut.

Loupenansicht des Querschnittes. Die Anzahl der Markstrahlen, welche man durch die Loupe wahrnimmt, ist nicht grösser als die dem freien Auge sichtbar werdenden; aber diese Gebilde treten nunmehr ungleich schärfer, als helle Linien auf dunklem Grunde, hervor. Die Markstrahlen des Teakholzes haben eine Tendenz zu krummlinigem Verlaufe, und selbst an Stellen, wo sie anscheinend durch Gefässe in geradliniger Entwicklung nicht behindert sind, weichen sie oft von der radialen Richtung ab. Die dicken, unregelmässig vertheilten Markstrahlen erweisen sich unter der Loupe als »scheinbar deutliche«, da sie aus einander genäherten feinen (unkenntlichen) Markstrahlen zusammengesetzt sind. Senkrecht auf die Markstrahlen verläuft ein System feiner, weisslicher Linien, welche einem Holzparenchymgewebe entsprechen. Die Gefässe treten theils einzeln, theils in radialen Reihen auf.

Auf der radialen Spaltfläche erkennt man schon durch die Loupe den zelligen Bau der Markstrahlen.

Mikroskopischer Befund. Die Gefässe weisen eine mittlere Weite von 0.160 Millim. auf. Ihre Wände sind mit verschieden häufig 0.007 Millim. breiten Tüpfeln bedeckt. Um die Gefässe herum liegt Holzparenchym, welches das Holzgewebe in schmalen Zügen nach auf den Markstrahlen senkrechter Richtung durchsetzt. Die das Holzparenchym zusammensetzenden Zellen sind zweierlei Art, kurze, etwa 0.020 Millim. hohe, von denen jede einen grossen Krystall von oxalsaurem Kalk birgt und lange, welche mit Luft erfüllt sind oder eine rothbräunliche, harzige Masse führen. Letztere sind etwas breiter als erstere und messen nach dieser Dimension etwa 0.028 Millim. Die Markstrahlen sind 1—3reihig. Ihre Zellen zeichnen sich durch bedeutende Dimensionen aus, wie folgende Zahlen lehren:

t = 0.016—0.033 Millim.
h = 0.017—0.037 »
r : veränderlich; jedoch meist gross.

Die Markstrahlenzellen führen bräunliche, anscheinend harzige, die inneren Zellwände bedeckende Massen. Die Holzzellen erreichen eine Dicke von 0.016 Millim. Sie sind entweder dünn- oder dickwandig und führen manchmal eine harzige Innenmasse.

Die Asche des Teakholzes besteht fast gänzlich aus Scheinkrystallen von Kalk, welche ohne Formveränderung aus dem oxalsauren Kalk der kurzen Holzparenchymzellen entstanden sind. Ein von mir untersuchtes Teakholz hatte im trocknen Zustande die Dichte 0.89. Das Teakholz ist schwer, hart, und spaltet nicht schwer. Härte und Dichte sollen an von verschiedenen Ländern stammenden Teakhölzern verschieden sein. Die härteste Sorte von Teakholz kommt angeblich aus Samarang.

34. Weisses Sandelholz.

(*Santalum album L.*)

Die Heimat des Baumes ist Indien.

Das freie Auge unterscheidet an diesem sehr homogenen, dichten Holze kaum mehr als einen undeutlichen Ringbau.

Mit der Loupe erkennt man die feinen Markstrahlen und die in grosser Zahl vorhandenen, ziemlich gleichmässig vertheilten, auf dem Querschnitt als Poren hervortretenden Gefässe.

Mikroskopischer Befund. Die Gefässe stehen fast immer nur vereinzelt, selten in Paaren. Die Weite der Gefässe schwankt zwischen 0.034—0.088 Millim., und beträgt meist nahezu 0.072 Millim. Die Gefässwände sind mit 0.0035 Millim. breiten Kreistüpfeln versehen, welche nicht allzu dicht stehen und häufig in Längsreihen angeordnet sind. Die Markstrahlen bilden 1—3 Reihen von theils harzerfüllten, theils krystallführenden Zellen. Die radiale Ausdehnung dieser Zellen ist eine sehr variable; im Uebrigen zeigen sie folgende Abmessungen:

t = 0.008—0.017 Millim.
h = 0.012—0.040 »

Die in der Mitte der Markstrahlen liegenden Zellen erreichen selten eine über 0.020 Millim. hinausreichende Höhe; hingegen sind die am oberen und unteren Ende gelegenen Zellen sehr hoch. Die Dicke der Holzzellen steigt bis auf 0.017 Millim. Im querdurchschnittenen Holze erkennt man hier und dort zwischen den stets dickwandigen Holzzellen Holzparenchymzellen, welche sich nicht nur durch

geringere Wandverdickung, sondern auch durch einen grösseren Querschnittsdurchmesser von ersteren unterscheiden lassen.

Die Asche führt Scheinkrystalle, deren Umriss im Mikroskop rhombisch erscheint. Die Seite des Rhombus hat eine Länge von 0.020 Millim. Oft haften diese Gebilde in kleinen Ketten aneinander.

Das weisse Sandelholz ist licht gelbröthlich, hat einen starken, jedoch angenehmen Geruch, der besonders beim Anschneiden und Erwärmen hervortritt, und einen gewürzhaft-erwärmenden Geschmack. Hart, dicht, schwer spaltbar; Dichte etwas kleiner als die des Wassers.

Dieses Holz führt auch den Namen gelbes Sandelholz (*santalum citrinum*).

Es wird in der Parfümerie und manchmal auch als Kunstholz angewendet.

35. Holz einer Nectandra.

Ich gebe hier eine kurze Characteristik eines Holzes, welches von einer brasilianischen *Nectandra* herrührt, und im Handel als schwarzes Cedernholz vorkommt.

Das Holz ist tiefbraun gefärbt; auf der radialen, stets sehr faserigen Spaltfläche glänzt es seidenartig, auf der frisch angeschnittenen Hirnfläche fettig. Frisch aufgespalten hat das Holz einen angenehm gewürzhaften, an Vanille erinnernden Geruch.

Mit freiem Auge sieht man 2—4 Millim. breite Jahrringe, welche nach der Aussenseite hin schwärzlich, sonst bräunlich gefärbt sind.

Mit der Loupe unterscheidet man Gefässe, die theils als lichtere Puncte, theils als deutliche Poren erscheinen, ferner sehr zarte, helle Markstrahlen auf dunklem Grunde.

Mikroskopischer Befund. Die Gefässe stehen einzeln oder zu 2—3 in radialen Reihen. Ihre Weite beträgt 0.100—0.160 Millim. Die Gefässwände sind theils mit kreisförmigen oder sechsseitigen, 0.007 Millim. breiten Tüpfeln, theils mit in einzelnen Reihen auftretenden, sehr breiten (0.016 Millim.), querverlaufenden Poren versehen, welche diesen Gefässen ein höchst characteristisches Gepräge geben. Die Holzzellen besitzen tiefbraun gefärbte Wände. Ihr grösster Durchmesser beträgt 0.016—0.020, ihr Lumen 0.004—0.012 Millim. Die Markstrahlen setzen sich aus 1—3 Zellreihen zusammen. Die Markstrahlenzellen sind nicht nur sehr unregelmässig geformt, sondern sind auch in den Abmessungen sehr variabel, wie folgende Zahlen lehren:

r = 0.040—0.100 Millim.
t = 0.008—0.012 »
h = 0.009—0.016 »

Holzparenchym leicht nachweisbar. Zellen etwa 0.024 Millim. breit und bis 0.210 Millim. hoch. — Im Inhalte der meisten Markstrahlen- und vieler Holzparenchymzellen tritt eine tief rothbraune bis schwärzliche, harzige Innenmasse auf.

36. Echtes Gelbholz oder Holz des Färber-Maulbeerbaumes.

(*Maclura aurantiaca Nutt.*)

Der genannte Baum ist in Westindien zu Hause. Das Kernholz desselben kommt aus Cuba, Jamaika, Portorico und anderen Inseln Westindiens in oft mehrere Centner schweren Klötzen in den Handel und führt auch häufig die Namen alter Fustik und gelbes Brasilienholz. Nach Bancroft[1]) wird es seit länger als 200 Jahren in Europa allgemein zum Gelb-, Grün- und Braunfärben angewendet.

Das lebhaft gelbbraune, manchmal orangegelb gefärbte Kernholz umgiebt ein etwa 5 Millim. dickes, licht bräunlich gefärbtes Mark, und wird von einem dünnen, gelben Splint umschlossen.

Mit freiem Auge sieht man an dem querdurchschnittenen Gelbholz mehr oder minder deutliche, durch lichter gefärbtes schwammiges Frühlingsholz abgegrenzte Jahrringe, in deren dichtem, bräunlichen Gewebe hellere Puncte und Bänder liegen. Die Markstrahlen treten nicht deutlich hervor.

Mit der Loupe erkennt man in der schwammigen Frühlingsholzzone und in den hellen Puncten und Bändern Poren, welche Gefässen entsprechen, während der übrige Theil des heller-gefärbten Gewebes auf Holzparenchym zurückzuführen ist. Nunmehr erblickt man auch zahlreiche Markstrahlen als helle Linien auf dunklem Grunde.

Mikroskopischer Befund. Im Frühlingsholze treten zahlreiche Gefässe auf; weniger zahlreich findet man sie in den übrigen Partien des Holzkörpers. Sie stehen einzeln oder in radialen Reihen zu 2—4, selten mehr, und erreichen häufig eine Weite von 0.120 Millim. Die Querwände sind völlig resorbirt, die Seitenwände mit kleinen kreisförmigen, mit Querspalten versehenen Tüpfeln bedeckt. Die Holzzellen erreichen eine Dicke von 0.016 Millim. Ihre dicken Wände sind intensiv gelb bis braun gefärbt, desgleichen die Membranen der Gefässe und der Holzparenchymzellen. Die Markstrahlen bestehen aus 1—5 Zellreihen, deren Elemente folgende Abmessungen zeigen:

---

1) l. c. II. p. 131.

r : veränderlich.
t = 0.012 Millim. } Mittelwerthe.
h = 0.013 » }

Das Holzparenchym zeichnet sich durch die Weite und Dünnwandigkeit seiner Zellen aus, und ist deshalb schon im Querschnitt erkennbar. Es verbindet in breiten, tangential angeordneten Bändern die Gefässe untereinander. Die Markstrahlen- und Holzparenchymzellen enthalten eine gelblichbraune Masse. Die färbenden Bestandtheile haben indess zweifelsohne ihren Hauptsitz in den Membranen des Holzgewebes, namentlich in den Wänden der Holzzellen.

Die eigenthümlichen Bestandtheile des echten Gelbholzes, auf denen auch dessen färbende Kraft beruht, sind das Morin und Maclurin. — Das Morin auch Morinsäure genannt, wurde von Chevreul entdeckt[1], später von R. Wagner[2] und zuletzt von Hlasiwetz und Pfaundler[3] genauer untersucht. Der Körper hat nach den letztgenannten Forschern die Zusammensetzung $C_{12}H_8O_5$, krystallisirt, ist in kaltem Wasser sehr schwer, in heissem etwas leichter löslich; von Alkohol wird er reichlich, minder von Aether, gar nicht von Schwefelkohlenstoff gelöst. Wässerige Säuren lösen diesen in reinem Zustande blassgelben Körper rasch auf, ebenso alkalisch gemachtes Wasser, welches bräunlichgelb gefärbte Lösungen liefert. — Das Maclurin wurde von R. Wagner[4] entdeckt und von ihm als Moringerbsäure beschrieben. Genauere Untersuchungen haben Hlasiwetz und Pfaundler mit diesem Körper angestellt, und ihn als Maclurin ($C_{13}H_{10}O_6$) bezeichnet. Das Maclurin ist ein in völlig reinem Zustande farbloser, krystallisirender Körper, der in Wasser, besonders in kochendem, ferner in Alkohol und Aether leicht löslich ist und mit Alkalien und alkalischen Erden gelbe oder braune Verbindungen bildet.

Das Gelbholz findet in der Färberei ausgedehnte Anwendung.

37. Das Holz der Erle (Eller, Schwarzerle, Rotherle).

(*Alnus glutinosa Gärt.*)

Die Erle kommt im mittleren Europa häufig vor. Minder häufig ist sie in Südeuropa. Im nördlichen Europa geht sie bis in's südliche Scandinavien. Die in der Verwendung der gemeinen Erle gleich oder doch sehr nahe kommende *Alnus incana Willd.* (Weisserle) reicht

1) Journal de Chimie médic. T. VI. p. 158.
2) Journal für pract. Chemie Bd. 51. p. 82; Bd. 52. p. 449.
3) Journ. für pract. Ch. Bd. 90. p. 445 und Bd. 94. p. 65.
4) l. c.
5) Ann. der Chemie und Pharmacie Bd. 127. p. 357.

weiter nach Norden und steigt auch in den Gebirgen höher als *Alnus glutinosa* hinauf.

Das Mark dieses Splintbaumes (Nördlinger) ist rundlich dreieckig, bis 2.5 Millim. dick, röthlich. — Das freie Auge erkennt an dem Querschnitt breite, röthlich gefärbte, im grauröthlichen Grunde des übrigen Holzgewebes liegende Markstrahlen und breite, deutlich geschiedene Jahrringe. Wie Nördlinger beobachtet hat, erreichen die Markstrahlen Handhöhe.

Loupenansicht des Querschnittes. Die groben Markstrahlen erscheinen hier und dort längsgestreift. Schon dies deutet darauf hin, dass sie keine eigentlichen »kenntlichen« Markstrahlen sind. Die mikroskopische Untersuchung lehrt, dass sie in die Kategorie der »scheinbar-kenntlichen« Markstrahlen gehören, da sie sich aus stellenweise sehr genäherten »unkenntlichen« Markstrahlen zusammensetzen. Die Jahrringe treten noch deutlicher hervor, und erscheinen von überaus zahlreichen, feinen Poren (Gefässen) durchsetzt.

Mikroskopischer Befund. Gefässe sehr zahlreich vorhanden, gross, häufig 0.076 Millim. im Durchmesser haltend, einzeln, oder in Gruppen zu 2—3, seltener mehr auftretend, und im ganzen Jahrringe ziemlich gleichmässig vertheilt. Jedes Gefäss variirt in der Breite oft nicht unbeträchtlich. Die sehr schräg gestellten Querscheidewände der Gefässelemente sind leiterförmig durchbrochen. Die Gefässwände werden von kleinen, sehr zart contourirten, kreisförmigen, 0.0045 Millim. breiten Tüpfeln bedeckt. — Die Holzzellen, auf dem Querschnitt häufig in radialen Reihen erscheinend, sind verhältnissmässig breit und dünnwandig. Die maximale Breite der einzelnen Holzzellen beträgt im Mittel etwa 0.025, die Weite ihrer Lumina beiläufig 0.016 Millim. Die Zellen der stets (?) einreihigen Markstrahlen zeigen folgende Abmessungen:

t = 0.010 Millim.
h = 0.020 »
r = 0.160 » und wahrscheinlich noch darüber.

Im Inhalte der Markstrahlen tritt eine körnige, bräunliche Substanz auf. Holzparenchym sehr sparsam vertreten.

Die Erle besitzt ein weiches, leicht spaltbares, grobes und wenig glänzendes, anfänglich weisses, später röthlichbraunes Holz, dessen specifisches Gewicht im trockenen Zustande 0.42—0.64 beträgt, und der Wasserwirkung lange widersteht.

Es wird zu Wasserbauten stark angewendet.

38. Das Holz der Birke.

(*Betula alba L.*)

Die Birke ist fast über ganz Europa verbreitet; im Süden tritt sie jedoch nur auf den Gebirgen (z. B. in den Pyrenäen) auf. Sie bildet selbst im Norden Europas noch ausgedehnte Waldungen und steigt unter allen europäischen Bäumen am meisten gegen den Pol hin, selbst die Polarzone überschreitend. Im nördlichen Deutschland tritt die Birke, und zwar die Form *verrucosa* (= *Betula verrucosa Ehrh.*) Wälder bildend auf.

Splintbaum mit kleinem, meist stark in die Länge gezogenem, 0.5 Millim. breitem Mark. — Mit freiem Auge erkennt man an dem Birkenholze kaum mehr als die Jahresringe.

Mit der Loupe unterscheidet man auf dem Querschnitt ausser den Jahresringen noch unkenntliche Markstrahlen und kleine Gefässe, theils in Form zarter Poren, theils kleiner weisslicher Flecke. Die Gefässe erscheinen zahlreich und gleichmässig über den Querschnitt verbreitet. Die Markstrahlen sind etwa 0.5 Millim. hoch.

Mikroskopischer Befund. Die Gefässe stehen einzeln oder in Gruppen bis 4 (seltener darüber), und reichen bis in's innerste Herbstholz hinein. Abgesehen vom Frühlingsholze, wo die Gefässe auch tangential angeordnete Gruppen bilden, bilden sie kurze, radiale Reihen. Die Weite der einzelnen Gefässe schwankt gewöhnlich von 0.060—0.096 Millim. Sehr bemerkenswerth ist die stellenweise auftretende leiterförmige Durchbrechung der Gefässwände. Die übrigen Stellen der Wand sind dicht mit etwas quergestreckten, etwa 0.0036 Millim. breiten Tüpfeln bedeckt. — Die Holzzellen bilden häufig sehr regelmässige radiale Reihen. Die Breite der Holzzellen beträgt meist 0.020, ihr Lumen etwa 0.014 Millim. — Die dickeren Markstrahlen, bis 0.028 Millim. breit, meist 2—4 Zellreihen fassend, verlaufen ziemlich geradlinig, sind aber häufig stellenweise verdickt oder verjüngt. Die Abmessungen der Markstrahlenzellen finde ich sehr variabel; ebenso die Verdickung der Wand, welche an manchen Zellen dicht mit kleinen Poren bedeckt ist. — Holzparenchym selten, aus kurzen, porösen Zellen bestehend.

Das Holz der Birke ist fein, glänzend, weich, schwerspaltig und wenig dauerhaft; seine Dichte beträgt im trockenen Zustande 0.51—0.77 (Nördlinger.)

Nicht sehr gesuchtes Werkholz.

39. Das Holz der Weissbuche (Hainbuche).

(*Carpinus betulus L.*)

Dieser wichtige Waldbaum gedeiht im mittleren Europa am besten, besonders in Nord- und Mitteldeutschland und steigt weder hoch nach Norden, noch reicht er tief in den Süden hinab. Im südlichen Frankreich und Italien kommt er ebensowenig gut fort als im nördlichen Russland.

Das Mark des Baumes erreicht gewöhnlich nur eine Dicke von 0.75 Millim. Es ist weisslich oder etwas bräunlich, auch manchmal grünlich gefärbt. Nördlinger zählt den Baum zu den Splintbäumen. Das Holz der Weissbuche wird oft mit der Zeit lichtbräunlich; aber der Uebergang der lichten Farbe des frischen Holzes in das bräunlich gefärbte Holz ist ein ganz allmäliger.

Mit freiem Auge und mit der Loupe glaubt man breite (deutliche), bis 1 Millim. dicke Markstrahlen zu sehen. Das Mikroskop lehrt aber, dass nur durch genäherte Lage von kenntlichen und unkenntlichen Markstrahlen, zwischen breitem markstrahllosen Holzgewebe, diese scheinbar-deutlichen Markstrahlen zum Vorschein kommen.

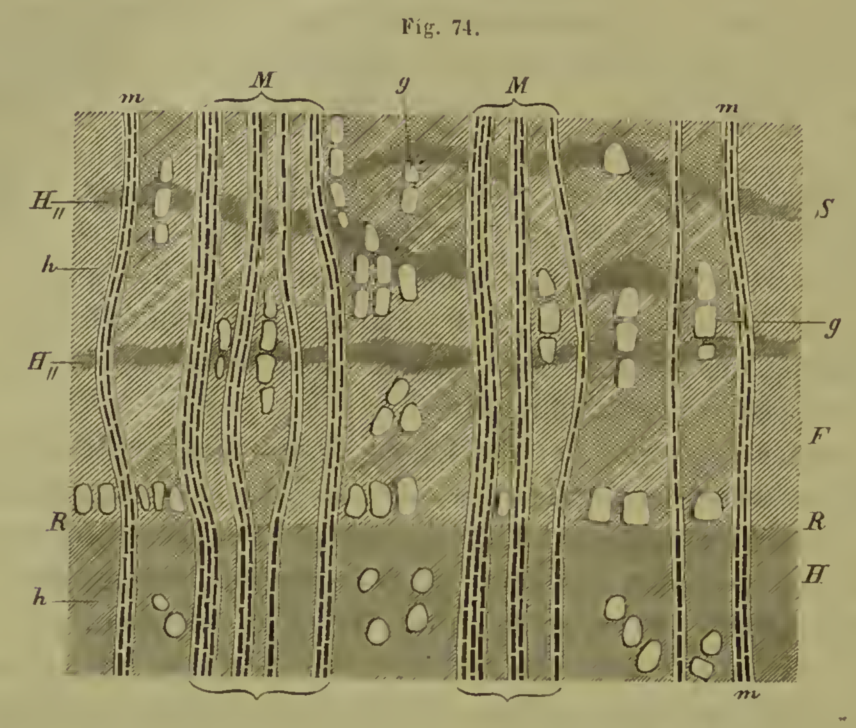
Das freie Auge unterscheidet an dem Weissbuchenholze ausser scheinbar-deutlichen Markstrahlen noch gut geschiedene Jahrringe, und zahlreiche weissliche Flecken.

Mit der Loupe erscheinen die scheinbar-deutlichen Markstrahlen längsstreifig, was echte deutliche Markstrahlen nie zeigen. Die weisslichen Flecke treten deutlicher hervor und erscheinen hier durch überaus zarte tangential laufende weissliche Linien verbunden. Gefässe, in Form von Poren, sind mit der Loupe nur hier und dort, und stets nur undeutlich zu sehen.

Mikroskopischer Befund. Die Gefässe treten im Frühlingsholze wohl etwas zahlreicher als im Sommer- und Herbstholze auf, ohne jedoch einen geschlossenen Kreis zu formiren. Sie bilden meist kleine radiale Reihen, zu 2, 3 und 4; in den ersten, ältesten Holzlagen zu 2—12; seltener mehr. Im Frühlingsholze gruppiren sich die Gefässe meist tangential. Hier und dort, namentlich in den frühesten Holzbildungen, findet man grössere Gruppen, und zwar stets zwischen den scheinbar-deutlichen Markstrahlen, welche weder eine radiale noch tangentiale Anordnung erkennen lassen. Der Querdurchmesser der grösseren Gefässe (aus dem Frühlingsholze) misst 0.062—0.092 Millim. Die Gefässwände sind vorwiegend getüpfelt; seltener theilweise oder der ganzen Länge nach mit einem zarten Spiralband belegt. Die Tüpfel sind polygonal abgegrenzt und haben eine Breite von 0.010

Millim. — Die Holzzellen sind breit und nicht stark verdickt. Im Mittel beträgt ihr Querschnittsdurchmesser 0.024, die Breite des Lumens 0.015 Millim. — Die Markstrahlen setzen sich, ihrer Breite nach, aus 1 bis 4 Zellen zusammen. Es entstehen so kleinere und grössere

Fig. 74.



Halbschematisch. Vergr. 80. Querschnitt durch das Holz der Weissbuche (*Carpinus betulus*). *H* Herbst-, *F* Frühlings-, *S* Sommerholz. *R R* Jahrringgrenze. *m m* Markstrahlen. *g g* Gefässe, *h h* Holzzellen. *H,, H,,* Holzparenchymgewebe. *M M* Scheinbar deutliche Markstrahlen.

Markstrahlen (kenntliche und unkenntliche), welche in sehr verschiedene Entfernungen von einander gestellt sind. Zwischen den gefässreichen Partien des Holzes drängen sich die Markstrahlen stärker zusammen; und hierdurch entstehen die oben genannten scheinbar-deutlichen Markstrahlen. Die Markstrahlenzellen sind ziemlich dickwandig und reich an Porenkanälen, in den Abmessungen veränderlich. Die Höhe der Markstrahlenzellen steigt jedoch nicht über 0.021 Millim. Holzparenchym ist vorhanden. Die Höhe seiner Zellen beträgt im Mittel 0.080, ihre Dicke 0.024 Millim.

Die im Loupenbilde erscheinenden weissen Flecke entsprechen Gefässgruppen, und die weisslichen, zarten Tangentiallinien einem Gewebe, welches aus relativ dünnwandigen Holzzellen und Holzparenchymzellen zusammengesetzt ist.

Das Weissbuchenholz ist hart, schwer spaltbar, etwas glänzend auf den Spaltflächen, seine Dichte beträgt im trockenen Zustande 0.62—0.82 (Nördlinger). Trocken gehalten hält es sich lange, in der Nässe geht es bald zu Grunde.

Das Weissbuchenholz wird von Wagnern und Drechslern sehr häufig angewendet.

40. Das Holz des Haselnussstrauches (Haselholz).

(*Corylus avellana L.*)

Corylus avellana ist ein strauch- oder baumartiges Gewächs des kälteren und mittleren Europas und des nördlichen Asiens.

Nördlinger bezeichnet den Hasel als Splintbaum und hält die in älteren Stämmen oft auftretende Kernbildung für eine pathologische Erscheinung. Das rundliche Mark hat eine Dicke von 1—4 Millim.

Die Jahrringe treten scharf hervor; das Herbstholz verläuft in's Sommerholz. Viele Markstrahlen erreichen eine Breite von einem Millim. und darüber. Aber schon die unregelmässige Vertheilung dieser Markstrahlen lässt vermuthen, dass man es hier nur mit scheinbar-deutlichen Markstrahlen zu thun habe, was durch die Loupe, noch besser durch das Mikroskop sicher gestellt werden kann.

Mit der Loupe findet man zahlreiche unkenntliche Markstrahlen, welche hell auf dunklem Grunde erscheinen. Die breiten Markstrahlen erweisen sich aus kleinen Markstrahlen zusammengesetzt. Die Gefässe erscheinen meist nur als weissliche Puncte, im Frühlingsholze auch hier und dort als Poren.

Mikroskopischer Befund. Gefässe sind in allen Regionen des Jahrringes reichlich vorhanden; meist treten sie in radialen Reihen zu 2—5 auf. Die Weite der Gefässe steigt bis auf 0.048 Millim. Die Wände sind zum grössten Theile mit quergestreckten, elliptischen Tüpfeln, aber auch mit elliptischen Poren bedeckt, deren Breite etwa 0.004 Millim. beträgt. Zahlreiche, schief gestellte, leiterförmig durchbrochene Gefässwände, geben den Gefässen dieses Holzes ein sehr characteristisches Gepräge. Die Holzzellen (Sommerholzzellen) erreichen eine Dicke von 0.018 Millim., die Herbstholzzellen sind dünner; der Durchmesser des Lumens beträgt etwa 0.0076 Millim. Holzparenchym ist vorhanden, jedoch im Querschnitte nicht wahrnehmbar. Die Markstrahlen sind meist einreihig und gruppiren sich häufig zu grossen Complexen (scheinbar deutlichen Markstrahlen), welche im Querschnitt eine Dicke von einem Millim. und mehr besitzen, und auf dem radialen Längsschnitt des Holzes oft eine Höhe von mehreren Centimetern erreichen. Die Markstrahlenzellen führen meist eine bräunliche, anscheinend harzige Innenmasse und lassen folgende Dimensionen erkennen:

r bis 0.080 Millim.

t = 0.009 » } Mittelwerthe.
h = 0.012 » }

Das Haselnussholz ist weich, fein, gut spaltbar. Trocken beträgt dessen Dichte 0.56—0.71 (Nördlinger).

Es hat eine sehr geringe Dauer.

Das Holz der türkischen Haselnuss (*Corylus Colurna L.*), eines Baumes des südlichen Europa und des Orients, ist schön lichtbraun gefärbt. Jahrringe und Markstrahlen treten minder deutlich als am gemeinen Haselholz hervor; es stimmt aber sonst im anatomischen Verhalten mit dem gemeinen Haselholze sehr nahe überein. Es sind mir nur folgende Unterschiede zwischen gemeinem und türkischem Haselholz aufgefallen. Die Wände der meist etwas weiteren Gefässe sind häufig mit Poren bedeckt. Die Breite der Tüpfel und Poren beträgt etwa 0.006 Millim. Viele Gefässe lassen spiralige Verdickungen erkennen, welche mit den leiterförmig durchbrochenen Gefässwänden wohl nicht leicht verwechselt werden können.

Gewöhnliches Haselnussholz dient zu Tischlerarbeiten; türkisches ist in neuerer Zeit für Tischler- und Schnitzarbeiten sehr gesucht.

11. Rothbuchenholz.

(*Fagus silvetica L.*)

Die Rothbuche ist bekanntlich einer der wichtigsten europäischen Waldbäume.

Das Mark der Rothbuche wird nicht dicker als 1 Millim. Es ist braunröthlich gefärbt und zeigt einen abgerundeten, 3—5seitigen Contour. An dünnen Stämmen lagert um das Mark blos Reifholz und um dieses herum ein breiter Splint. Nur an starken Stämmen entsteht innerhalb des Reifholzes ein eigenthümlich röthlichbraun gefärbter, ziemlich harter und dichter Kern. — Mit freiem Auge erkennt man überaus deutlich die Jahrringe und die bis 0.2 Millim. breiten (deutlichen) Markstrahlen. Auf den radialen und tangentialen Schnittflächen erscheinen die Markstrahlen dunkler, auf dem Querschnitte lichter als das Holzgewebe. Die Markstrahlen erreichen eine Höhe bis 4.5 Mm.

Die Loupenansicht des Querschnittes bietet kaum mehr dar als das, was man an diesem Holze schon mit freiem Auge sehen kann. Nur die kleinen Markstrahlen treten mit grösserer Schärfe hervor.

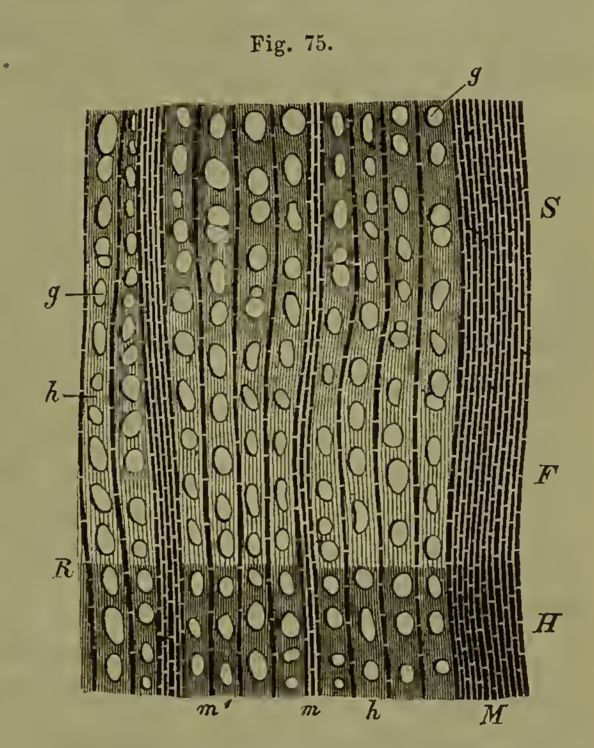
Mikroskopischer Befund. Es lassen sich an diesem Holze dreierlei Markstrahlen: deutliche, kenntliche und unkenntliche unterscheiden. Erstere bestehen meist aus 15 Zellreihen und sind 0.10—0.20 Millim. breit. Die kenntlichen Markstrahlen setzen sich aus 3—6 Zellreihen zusammen und messen nach der Breite im Mittel etwa 0.057 Millim. Die unkenntlichen Markstrahlen fassen blos 1—2

Zellreihen und sind etwa 0.014 Millim. breit. Die unkenntlichen Markstrahlen weichen häufig von der radialen Richtung ab und lassen dann nicht selten einen geschlängelten Verlauf erkennen. Auch die kenntlichen Markstrahlen sind manchmal etwas krummlinig angeordnet. — Die Markstrahlenzellen haben folgende Abmessungen:

$r = 0.072$ Millim.
$t = 0.014$ »
$h = 0.018$ »

Die Wände dieser Zellen sind verhältnissmässig sehr stark verdickt. Die durchschnittenen Verdickungsschichten erscheinen oft in keulenförmigen Gestalten. Im Inhalte dieser Zellen sind Stärkemehl und Harzkörnchen nachweisbar. — Gefässe sind in diesem Holze zahlreich vertreten. In allen Regionen des Jahrringes finden sie sich in gleicher Menge vor, auch variiren ihre Durchmesser auffällig wenig. Gewöhnlich beträgt die Weite der Gefässe 0.06 Millim. Die Wände der Gefässe sind mit elliptischen Tüpfeln bedeckt, deren grösste Breite etwa 0.0072, deren geringste Breite etwa 0.0054 Millim. beträgt. Die Tüpfelporen liegen in der Richtung der grossen Axe der Ellipse, sind spaltenförmig und messen nach der Länge beiläufig 0.0045 Millim. — Die Holzzellen sind rund oder abgerundet sechsseitig im Querschnitt. Ihr Querdurchmesser misst 0.015, ihr Lumen 0.007 Millim. — Die im Holzkörper der Rothbuche gleichmässig vertheilten Holzparenchymzellen stimmen nach Inhalt und Bau mit den Markstrahlen zusammen. Hier folgen die Abmessungen der Holzparenchymzellen:

Fig. 75.



Halbschematisch. Vergr. 80. Querschnitt durch das Holz der Rothbuche. *H* Herbst-, *F* Frühlings-, *S* Sommerholz. *R* Jahrringgrenze. *gg* Gefässe. *h* Holzzellen (durch Schraffirung bezeichnet). *M* deutlicher, *m* kenntlicher, *m*¹ unkenntlicher Markstrahl.

$r = 0.016$ Millim.
$t = 0.019$ » } Mittelwerthe.
$h = 0.084$ »

Das Holz der Rothbuche ist ziemlich hart und spaltet leicht. Gedämpft lässt es sich ausgezeichnet biegen. Das trockene Holz hat ein

specifisches Gewicht von 0.66—0.83 (Nördlinger). Es ist auch unter Wasser ausserordentlich dauerhaft.

Das Rothbuchenholz ist nicht nur eines der wichtigsten Brennhölzer Mitteleuropas, es dient auch zu ordinären Tischler- und Wagnerarbeiten. Eine sehr ausgedehnte Anwendung findet in neuerer Zeit dieses Holz zur Herstellung gebogener Möbel (Thonet'sche Möbel.)

42. Das Holz der Eichen.

Von den zahlreichen Eichenarten[1] kommen für die Verhältnisse der europäischen Industrie blos vier in Betracht, welche unser gesammtes Eichenholz liefern, nämlich *Quercus sessiliflora Sm.* (Stein-, Winter- oder Traubeneiche), *Q. pedunculata Ehrh.* (Sommer- oder Stieleiche), *Q. pubescens Willd.* (weichhaarige oder französische Eiche), endlich *Q. Cerris L.* (Zerr- oder Burgundereiche).

Durch die schon für das freie Auge kenntliche Textur lässt sich unser Eichenholz leicht von allen übrigen Hölzern unterscheiden. Hingegen gelingt es mit Zuhülfenahme dieser äussern Kennzeichen nicht, das Holz der vier oben genannten Eichenarten auseinanderzuhalten. Da nun diese vier Eichenholzsorten in ihrer Verwendbarkeit sehr verschieden sind, z. B. das Holz der Zerreiche für die Fabrication von Fassdauben und zum Schiffsbau wenig tauglich ist, für die letztere Verwendungsweise aber das Holz der weichhaarigen Eiche allen übrigen Eichenhölzern vorzuziehen ist, so wird wohl die Hauptaufgabe des vorliegenden Theiles dieses Abschnittes darin bestehen müssen, die Unterscheidungsmerkmale des Holzes der vier genannten Eichenarten mit möglichster Schärfe festzustellen.

Quercus sessiliflora ist auf niederen Gebirgen Europas, besonders zwischen dem 45. und 60° N. B. sehr häufig anzutreffen. *Q. pedunculata* theilt den Verbreitungsbezirk der vorigen, beschränkt sich jedoch zumeist nur auf die Ebenen und das Hügelland. *Q. pubescens* tritt auf dem Terrain der vorigen, jedoch meist nur zerstreut, auf; im südlichen und südöstlichen Gebiete der gewöhnlichen Eichen findet sie sich häufiger vor. *Q. Cerris* kommt in Niederösterreich, Untersteiermark, in Krain, im südlichen Tyrol, im Littorale, in Ungarn, der italienischen Schweiz, im südlichen Europa und auch in Kleinasien vor.

Das Holz aller Eichen ist durch grobe (deutliche) Markstrahlen, und durch scharf abgegrenzte Jahresringe, in deren Frühlingslagen grosse, dem freien Auge als »Poren« erscheinende Gefässe liegen, ferner durch ein 1—4 Millim. breites, abgerundet fünfeckiges, anfäng-

---

1) S. die Anmerkung auf p. 481.

lich weissliches, später bräunliches Mark ausgezeichnet. Die characteristische lichtbräunliche Farbe des Eichenholzes, die namentlich bei längerer Einwirkung der Luft hervortritt, ist bekannt. — Die deutlichen Markstrahlen liegen bei *Q. sessiliflora* meist 5—10, bei *Q. pedunculata* meist 2—5 Millim.. auseinander. Noch gedrängter liegen sie im Holze von *Q. Cerris* und *pubescens*, woselbst sie nicht selten blos durch einen Zwischenraum von 2—3 Millim. getrennt sind.

Betrachtet man den Querschnitt eines Eichenholzes mit der Loupe, so erblickt man auch unkenntliche Markstrahlen, die fast immer durch die grossen Gefässe aus ihrer normalen (radialen) Lage gebracht erscheinen und einen geschlängelten Verlauf zeigen. Im Loupenbilde treten die Gefässe des Frühlingsholzes mit grösserer Schärfe hervor. An manchen Eichenhölzern erblickt man aber hierbei auch noch im Sommer- und selbst im Herbstholze kleine Gefässe, die an andern Eichenhölzern fehlen. Die unten folgende Characteristik der Eichenholzarten wird lehren, dass das Vorhandensein oder die Abwesenheit dieser kleinen Gefässe an die Species des Baumes, von welcher das Holz abstammt, gebunden ist.

Im Mikroskop treten dem Beobachter nicht nur die schon genannten histologischen Antheile des Eichenholzes entgegen, er erkennt ausserdem noch, dass die kleinen Gefässe in ein Gewebe eingebettet sind, welches sich durch die relative Dünnwandigkeit seiner Zellen leicht von dem gefässlosen Holzgewebe unterscheidet. Das erstgenannte Gewebe besteht aus kleinen Gefässen, getüpfelten Leitzellen, Holzparenchym und relativ dünnwandigen Holzzellen. Letzteres Gewebe setzt sich hingegen blos aus dickwandigen, bastartigen Holzzellen (Sanio's Libriformfasern) zusammen. Der Kürze des Ausdrucks halber soll das erstgenannte Gewebe als »Holzparenchymgewebe«, letzteres als »Libriformgewebe« angesprochen werden. Ich werde weiter unten nachweisen, dass in der Ausbildung und in der Anordnung des ersteren dieser beiden Gewebe die Unterscheidungsmerkmale unserer vier europäischen Eichenhölzer zu suchen sind.

Die Gefässe aller Eichenhölzer sind getüpfelt. Die Tüpfel sind zumeist sehr genau kreisförmig. Der Durchmesser des Tüpfelkreises misst beiläufig 0.007, jener der Tüpfelporen 0.0018 Millim. Zwischen den ziemlich dicht gedrängt stehenden Tüpfeln zieht nicht selten ein zartes Spiralband durch. Die Tüpfel der oben genannten Leitzellen weichen in Nichts von jenen der Gefässe ab.

Die deutlichen Markstrahlen messen in den grossen Gefässen meist 0.3—0.4 Millim. und bestehen aus zahlreichen, etwa 30 Zellreihen und mehr, die unkenntlichen setzen sich meist nur aus 1—2, selten mehr Zellreihen zusammen. Die Markstrahlenzellen weisen

gewöhnlich nur mässig stark verdickte Wände auf. Die tangentialen Scheidewände liegen häufig schief. Ihre Dimensionen gehen aus folgenden Zahlen hervor:

r = 0.072 Millim.
t = 0.019 »
h = 0.019 »

Die Markstrahlenzellen enthalten Gerbstoff- und Harzkörner, von denen namentlich die ersteren durch Eisenchlorid intensiv blau gefärbt werden.

Das Holzparenchymgewebe durchzieht den Holzkörper entweder blos in einer auf die Markstrahlen senkrecht stehenden Richtung, oder sowohl in dieser als in der den Markstrahlen parallelen Richtung. Stets werden durch das Holzparenchym und durch die Markstrahlen Gewebsstücke abgegrenzt, welche aus Libriformfasern bestehen.

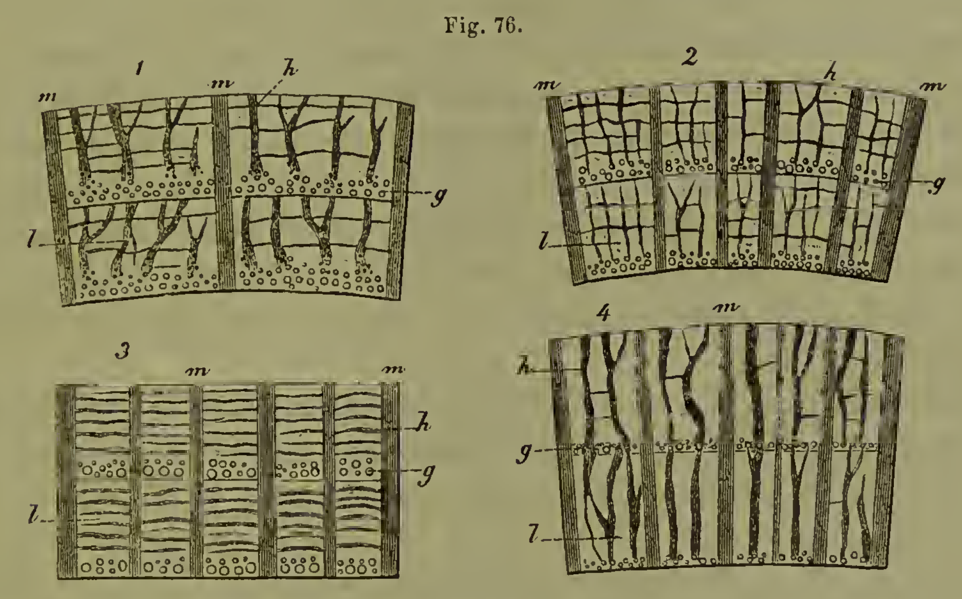
Die dünnwandigen Holzzellen und Holzparenchymzellen messen sowohl in radialer als tangentialer Richtung circa 0.0216 Millim.; ihr Lumen beträgt beiläufig 0.0108 Millim. Die dickwandigen Holzzellen (Libriformfasern) haben einen Querdurchmesser von 0.0162, und ein Lumen von 0.0024 Millim. Sie sind meist kreisrund oder abgerundet sechsseitig im Querschnitt, während die dünnwandigen Holzzellen und Holzparenchymzellen in den Herbstholzlagen ausgesprochen tangential abgeplattet sind. Sowohl an den dünn- als dickwandigen Holzzellen bemerkt man kleine, schief verlaufende, spaltenförmige Poren.

Um eine Unterscheidung des Holzes der vier oben genannten Eichenarten vorzunehmen, reicht das unbewaffnete Auge nicht aus. Das Mikroskop erschliesst allerdings zahlreichere characteristische Eigenthümlichkeiten der Eichenholzarten als die Loupe; aber man reicht, wie die nachfolgende Characteristik lehren wird, mit einer, zum mindesten dreimal vergrössernden Loupe vollauf aus, um jedes der vier genannten Eichenhölzer auf seiner botanischen Herkunft zu prüfen, weswegen ich mich hier begnügen werde, blos die durch die Loupe zu ermittelnden Charactere darzulegen.

1. Holz von *Quercus sessiliflora*. (Loupenansicht des Querschnitts). Deutliche Markstrahlen weit von einander entfernt (vgl. oben p. 605). Die Gefässe des Frühlingsholzes gehen in das Holzparenchymgewebe unmittelbar über. Die Querschnitte der Gefässe nehmen, in der Richtung vom Frühlingsholze gegen das Herbstholz desselben Jahresringes allmälig an Grösse ab. Das Holzparenchymgewebe bildet sowohl radial als tangential angeordnete Züge; erstere, häufig gabelförmig gestaltet, treten mit weitaus grösserer Schärfe als letztere hervor.

2. Holz von *Quercus pedunculata.* (Loupenansicht des Querschnitts). Die deutlichen Markstrahlen treten bei diesem und den beiden nachfolgenden Eichenholzarten zahlreicher als bei der vorhergehenden auf. Die Frühlingsgefässe reichen nicht in das Holzparenchymgewebe hinein, sondern bilden vielmehr eine ziemlich scharf abgesetzte Zone[1]). Das Holzparenchymgewebe bildet sowohl radiale als tangentiale Züge. Beide sind nur wenig deutlich ausgebildet. Die radialen Züge sind kaum deutlicher als die tangentialen entwickelt.

Fig. 76.



Loupenansicht von Eichenholzquerschnitten. 1. *Quercus sessiliflora.* 2. *Q. pedunculata.* 3. *Q. Cerris.* 4. *Q. pubescens.* *m* Markstrahlen (kenntliche). *g* Gefässe des Frühlingsholzes. *h* Holzparenchymgewebe (bestehend aus Holzparenchym, dünnwandigen Holzzellen, Tüpfelleitzellen und getüpfelten Gefässen). *l* Libriformgewebe (bestehend aus dickwandigen Holzzellen).

3. Holz von *Quercus Cerris.* (Loupenansicht des Querschnitts). Gefässzone des Frühlingsholzes scharf abgesetzt. Im Sommer- und Herbstholz sind entweder keine oder nur sehr kleine Gefässe zu sehen. Holzparenchymgewebe blos in tangential angeordneten Zügen zu erkennen.

4. Holz von *Quercus pubescens.* (Loupenansicht des Querschnitts). Die Gefässe des Frühlingsholzes bilden eine scharf abgegrenzte Zone. Im übrigen Holze sind keine Gefässe zu erblicken. Das Holzparenchymgewebe bildet sehr scharf ausgesprochene radiale Züge, die schon für das freie Auge als helle Binden im dunklen Grunde (Libriformgewebe) hervortreten. Tangentiale Züge von Holzparenchymgewebe sind im Loupenbilde des Querschnitts kaum angedeutet[2]).

---

1) Im Mikroskop erkennt man allerdings auch im Holzparenchymgewebe kleine Gefässe.

2) Im Mikroskop ist an diesem wie an jedem andern Eichenholze auch tangential angeordnetes Holzparenchymgewebe nachweisbar.

Alle alten trockenen Eichenhölzer sind von kleinen lufterfüllten Rissen und Klüften durchsetzt, welche, wie das Mikroskop lehrt, stets der Richtung des hier als Holzparenchymgewebe angesprochenen Theiles des Holzkörpers folgen. Vorwiegend ziehen diese Spalten in tangentialer Richtung.

Die Eiche ist ein ausgesprochener Kernbaum. Nach Nördlinger[1]) beträgt die Zahl der um den Kern herumgehenden Splintringe 8—13. Das specifische Gewicht des Eichenholzes variirt im grünen Zustande zwischen 0.87—1.28, im trockenen Zustande zwischen 0.53—1.03. Das Holz der *Q. pubescens* ist das dichteste. Ueber die Dichten der drei andern Eichenholzarten existiren verschiedene Angaben. Von einigen wird das Holz von *Q. sessiliflora*, von den meisten das von *Q. pedunculata* als das schwerste dieser drei Holzarten bezeichnet. Das Holz der Eichen spaltet gewöhnlich leicht, mit Ausnahme des Zerreichenholzes. Das Splintholz geht bald zu Grunde, hingegen hat das Kernholz, wie bekannt selbst unter Wasser, eine ausserordentliche Dauerhaftigkeit.

Die ausgiebigste Verwendung findet das Eichenholz in der Fabrication von Fassdauben und im Schiffsbau. Für letztere Verwendung ist das Holz von *Q. pubescens* das werthvollste.

43. Das Holz der Salweide.

Salix caprea L.)

Strauch oder Baum des mittleren und nördlichen Europa und des russischen Asien.

Das 3 Millim. dicke Mark ist von einem blassbräunlichen Kern umgeben, an den sich nach Aussen zunächst ein ziemlich lebhaft lichtrothes Reifholz und sodann ein gelblicher oder röthlich weisser Splint anschliesst, der sich aus 10—12 Jahrringen zusammensetzt.

Jahrringe deutlich, manchmal wellenförmig oder polygonal geformt.

Markstrahlen werden im Querschnitt erst mit der Loupe kenntlich. Sie sind ausserordentlich zart, und zahlreich anzutreffen. Das Herbstholz bildet braune, breite Säume. Die überaus zahlreich vorhandenen Gefässe treten als Poren ebenfalls erst bei Loupenvergrösserung hervor.

Mikroskopischer Befund. Gefässe in allen Regionen des Jahresringes, ungleich weit; die Frühlingsgefässe haben eine Weite von 0.060, die Herbstgefässe von 0.028 Mm. (Mittelwerthe). Die Gefässe treten meist vereinzelt oder in kleinen Gruppen zu zweien und dreien

1) l. c. p. 535.

auf, welche gegen die Markstrahlen oft schief gestellt sind. Die Gefässwände sind mit runden oder sechsseitig begrenzten, etwa 0.007 Mm. breiten Tüpfeln dicht bedeckt. Die Querwände der Gefässe sind völlig resorbirt. Die ziemlich stark verdickten Holzzellen erreichen einen grössten Querschnittsdurchmesser von 0.012 Mm. Die Markstrahlen habe ich stets nur einreihig gefunden. Der radiale Durchmesser der Markstrahlenzellen ist veränderlich.

t = 0.011 Millim. }
h = 0.016 » } Mittelwerthe.

Die Zellen des Holzparenchyms sind verschieden hoch; ihre Breite beträgt im Mittel 0.014 Millim.

Das Salweidenholz ist grob, weich, leicht spaltbar, glänzt deutlich und ist nach Nördlinger ziemlich dauerhaft. Trocken beträgt die Dichte dieses Holzes 0.43—0.63 (Nördlinger).

44. Das Holz der Zitterpappel (Aspe, Espe).

(*Populus tremula L.*)

Ein in Mitteleuropa gemeiner Baum, dessen nördliche Verbreitungsgrenze bis in den hohen Norden Europas und Asiens reicht.

Nördlinger[1]) stellt die Espe zu den Splintbäumen, und hält dafür, dass die manchmal auftretende Kernbildung der Stämme von Fäulniss herrühre. Das Mark des Baumes misst nach der Dicke höchstens 1 Millim., ist weisslich oder etwas grünlich gefärbt und abgerundet fünfeckig contourirt. Dem freien Auge bietet das Zitterpappelholz fast gar keine Structurverhältnisse dar. Die Jahrringe sind sehr undeutlich geschieden, Markstrahlen fast gar nicht zu bemerken. Von anderen Structurverhältnissen ist mit freiem Auge nichts zu sehen.

Loupenansicht des Querschnitts. Die Jahrringe und die in grosser Zahl vorhandenen (unkenntlichen) Markstrahlen treten scharf hervor. Ueber den ganzen Querschnitt sind zahlreiche kleine, weisse Pünctchen ziemlich gleichmässig ausgestreut, welche vereinzelten oder in kleine Gruppen gestellten Gefässen entsprechen.

Mikroskopischer Befund. Die Gefässe treten einzeln oder in Gruppen zu 2—3 auf. Die Gefässe sind innerhalb einer Gruppe stets radial angeordnet; ihr Umriss ist häufig polygonal. Der Querdurchmesser der Gefässe beträgt meist 0.024—0.035 Millim. Die Gefässwände sind mit runden oder sechsseitigen, etwa 0.008 Millim. breiten Tüpfeln überdeckt. Die Holzparenchymzellen führen manchmal Krystalle von oxalsaurem Kalk. Die Holzzellen sind nicht stark verdickt.

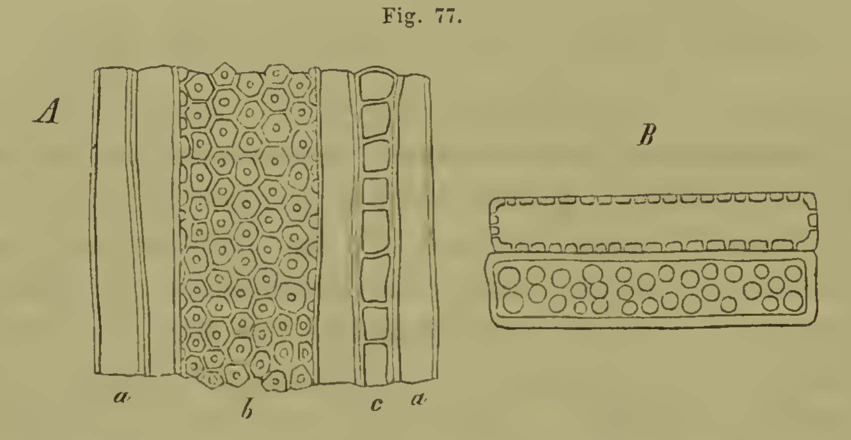
1) l. c. p. 531.

ihr Querschnittsdurchmesser steigt bis auf 0.016, die Breite ihres Lumens bis auf 0.008 Millim. — Die Markstrahlen verlaufen häufig gekrümmt und bestehen meist nur aus einer Zellreihe. Die äusseren Zellen jedes Markstrahles sind von den inneren, ähnlich wie bei der Föhre, verschieden. Die Markstrahlenzellen, mit einer braunen, harzigen Masse gefüllt, variiren sehr in ihren Abmessungen, wie folgende Zahlen lehren:

r = 0.020—0.240 Millim.
t = 0.008—0.016 »
h = 0.008—0.020 »

Das Holz der Espe ist weich, leicht und regelmässig spaltbar. Die Dichte beträgt im trockenen Zustande 0.43—0.56. Im Trockenen dauerhaft, geht das Holz in der Nässe rasch zu Grunde.

Fig. 77.



Vergr. 300. *A a* Fragmente von Holzzellen, *b* Bruchstück eines Tüpfelgefässes, c Holzparenchymzellen, *B* Markstrahlenzellen; durchgängig aus dem Holze der Zitterpappel.

Das Espenholz wird von Tischlern als Blindholz, und auch sehr stark in der Holzpapierfabrication angewendet.

45. Ulmenholz (Rüsterholz).

(*Ulmus campestris L.*)

Ulmus campestris L., die Feldulme, ferner *U. suberosa Ehrh.*, die Korkulme, und *U. effusa Willd.*, die Flatterulme, kommen in Europa, besonders im westlichen und wärmeren mittleren Europa vor, wo sie auch als Waldbäume in gemischten Beständen cultivirt werden. Im Handel erscheint wohl meist das Holz der erstgenannten. Die Korkulme giebt aber ein in jeder Beziehung besseres Holz.

Die Ulme ist ein scharf ausgeprägter Kernreifholzbaum. Das weissliche Mark ist abgerundet-polygonal bis 2 Millim. dick. Der Kern ist

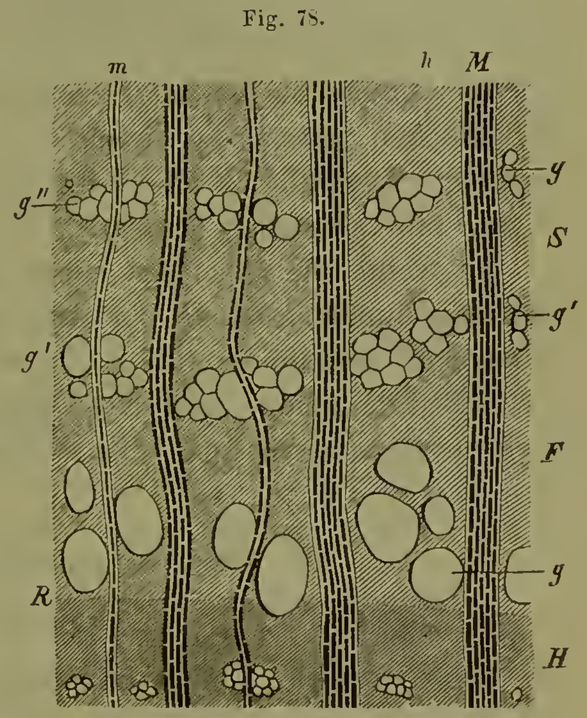
braun oder braunroth, das Reifholz blass fleischroth, der Splint, 8 Jahresringe umschliessend[1]), weiss.

Mit freiem Auge unterscheidet man am querdurchschnittenen Ulmenholze kenntliche Markstrahlen, scharf geschiedene Jahrringe und helle, tangential angeordnete Binden. Die Markstrahlen erscheinen, auf dem radialen Längsschnitt, etwa 1 Millim. hoch.

Loupenansicht des Querschnitts. Die Jahresringe sind durch deutlich als Poren wahrnehmbare Gefässe markirt. Das Frühlingsholz erscheint hell, das Sommer- und Herbstholz, von zahlreichen hellen Markstrahlen und hellen Binden durchzogen, dunkel. Die tangential angeordneten und nur wenig unterbrochenen Binden setzen sich aus Gefässgruppen zusammen, die im Loupenbilde jedoch nicht porös erscheinen.

Mikroskopischer Befund. Die Durchmesser der Gefässe betragen im Frühlingsholze im Mittel 0.158, im Sommerholze 0.036 Millim. Im Herbstholze sind sie noch etwas kleiner. Die Gefässwände sind mit kreisförmigen Tüpfeln dicht überdeckt, deren Hof etwa 0.0072, deren Poren etwa 0.004 Millim., nach der Länge, misst. — Im Mikroskop kann man grössere und kleinere Markstrahlen unterscheiden. Die Breite der ersteren beträgt 0.09, die der letzteren nur 0.011 Millim. Erstere bestehen aus 4—6, letztere aus 1—2 Zellreihen. Die grösseren Markstrahlen verlaufen meist gerad-, die kleineren fast immer krummlinig.

Fig. 78.



Halbschematisch. Vergr. 90. Querschnitt durch das Holz der Ulme. *H* Herbst-, *F* Frühlings-, *S* Sommerholz. *R* Jahrringgrenze. *g g' g''* Gefässzonen. *M m* Markstrahlen. *h* Holzzellen (durch Schraffirung bezeichnet).

Die Markstrahlenzellen sind dünnwandig, umschliessen etwas Stärke und viel Harzkörner (Harzmehl), welche durch Eisenchlorid grün gefärbt werden. Diese Zellen haben folgende Dimensionen:

r = 0.090 Millim.
t = 0.011 »
h = 0.011 »

1) S. Nördlinger l. c. p. 543.

Das zwischen den Gefässzonen und Markstrahlen liegende Holzgewebe, welches im Loupenbilde als eine dichte, bräunliche oder röthliche Masse erscheint, setzt sich hauptsächlich aus Holzzellen zusammen, zwischen welchen kleine Gruppen von Holzparenchym liegen. Letzteres Gewebe begleitet in grösserer Menge die Gefässzonen. Die Holzzellen sind abgerundet oder polygonal, messen in radialer und tangentialer Richtung 0.014 Millim.; ihr Lumen hat eine Weite von 0.0072 Millim. — Die Zellen des Holzparenchyms haben den Typus von Markstrahlen, sowohl was ihre Verdickung, als was ihren Inhalt anlangt. Die Zellen dieses Gewebes weisen folgende Abmessungen auf:

r = 0.013 Millim.
t = 0.015 »
h = 0.013 »

Das Ulmenholz ist hart, grob, spaltet schwer aber glatt. Auf den Radialflächen glänzt es ziemlich lebhaft. Seine Dichte beträgt im trockenen Zustande 0.56—0.82 (Nördlinger). Dauerhaft, sowohl an der Luft als unter Wasser.

Es wollte mir bis jetzt nicht gelingen, genaue morphologische Unterscheidungsmerkmale an den Hölzern der drei oben genannten Ulmenarten aufzufinden.

Das Ulmenholz wird von Wagnern und Drechslern verwendet. Auch zu Gewehrschäften wird es verarbeitet.

46. Zürgelbaumholz (Triester Holz).

(*Celtis australis L.*)

Celtis australis kommt im nördlichen Afrika, im westlichen Asien und im wärmeren Europa vor. In Südtyrol und im Banate erreicht der Baum seinen nördlichsten Standort. Grosse Mengen dieser Holzart liefert das österreichische Küstenland. Um das meist längliche, 1—2 Millim. breite Mark lagert der grau-bräunliche Kern, welcher von einem breiten, 25—30 Jahrringe umfassenden Splint umgeben ist. Der Splint ist grünlich-gelb gefärbt und glänzt auf der radialen Schnittfläche ziemlich lebhaft. Die Höhe der Markstrahlen steigt bis auf 1.2 Millimeter.

Loupenansicht des Querschnitts. Jahrringe durch einen Kreis von Frühlingsgefässen markirt. Kenntliche Markstrahlen in grosser Zahl vorhanden. Sie bilden zarte Streifen auf dunklerem Grunde. Während man die Frühlingsgefässe schon mit freiem Auge erkennt, lassen sich die im Sommer- und Herbstholz auftretenden Ge-

fässe kaum mit der Loupe nachweisen. Die beiden letzteren bilden, mit Holzparenchym gemengt, zahlreiche tangentiale, vielfach unterbrochene Binden, welche in Farbe und Ansehen mit den Markstrahlen übereinstimmen.

Mikroskopischer Befund. Ausser den schon dem freien Auge erkennbaren Markstrahlen, deren Breite im Mittel 0.054 Millim. beträgt und die, der Breite nach, aus 5—7 Zellen zusammengesetzt sind, erscheinen noch kleinere Markstrahlen in ziemlicher Zahl, welche nur aus 1—2 Zellreihen bestehen. Die Frühlingsgefässe messen im Diameter circa 0.20 Millim. Alle grösseren Gefässe dieses Holzes sind getüpfelt. Der Contour des Tüpfels ist nahezu kreisförmig, oder etwas in die Quere gestreckt. Die kleineren Gefässe besitzen häufig eine mit feinen und dicht angeordneten Spirallinien bedeckte Wand. Die Markstrahlenzellen sind in den Dimensionen sehr variabel; constanter hierin sind die Holzparenchymzellen. Letztere zeigen meist folgende Abmessungen:

r = 0.0135 Millim.
t = 0.0179 »
h = 0.0800 »

Das Zürgelbaumholz zeichnet sich durch Härte, hohe Biegsamkeit und grosse Zähigkeit aus. Es spaltet nur schwierig aber mit glatten Flächen. Die Dichte des trockenen Holzes beträgt nach Nördlinger 0.75—0.82[1]).

Es bildet als Triester Holz einen wichtigen Handelsartikel und wird seiner Zähigkeit und Biegsamkeit wegen vorzugsweise zu Wagendeichseln und Peitschenstielen verarbeitet.

47. Das Holz des Walnussbaumes.

(*Juglans regia L.*)

Die Heimat dieses in Europa häufig cultivirten Baumes ist nicht mit Sicherheit bekannt.

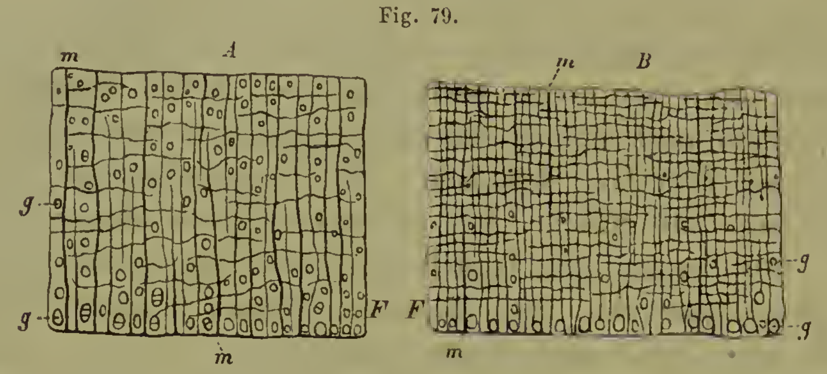
Das Mark ist 3—6 Millim. dick. Kern von eigenthümlicher brauner Farbe. Splint, bis 30 Jahrringe dick, grauweiss.

Mit freiem Auge erkennt man an den scharf geschiedenen Jahrringen eine dunkle, der Frühlings- und eine lichte, der Herbstholzgrenze zugewendete Partie, die allmälig in einander übergehen. In allen Regionen des Holzringes sieht man Poren (Gefässe), die an Grösse nach aussen hin abnehmen. Kenntliche Markstrahlen.

1) l. c. p. 515.

Loupenbild des Querschnitts. Zwischen den kenntlichen erblickt man noch unkenntliche Markstrahlen, die alle einen ziemlich unregelmässigen Verlauf nehmen. Die grossen Poren erweisen sich häufig als aus mehreren Gefässen bestehend. Nahezu senkrecht auf

Fig. 79.



A Loupenansicht eines durch das Holz des Walnussbaumes (*Juglans regia*) geführten Querschnittes. *B* Loupenansicht eines Querschnittes durch Hickoryholz (*Carya alba*). *gg* Gefässe, *mm* Markstrahlen, *F* Frühlingsholz. Die Querstreifen entsprechen dem Holzparenchym.

die Markstrahlen läuft ein Holzparenchym. Es erscheint gleich den Markstrahlen hell auf dunklem Grunde. An der Aussenseite jedes Jahrringes erblickt man eine schmale, dunkle Herbstholzlinie.

Mikroskopischer Befund. Die Gefässe treten theils einzeln, theils in radialen Reihen zu 2—3 auf. Die Frühlingsgefässe haben eine mittlere Weite von 0.220, die Herbstholzgefässe von 0.036 Millim. Die Gefässwände sind mit runden Tüpfeln bedeckt, innerhalb welcher häufig gekreuzte Spalten auftreten. Die Tüpfelspalte greift etwas über den Rand des Tüpfels hinaus und misst etwa 0.009 Millim. Die Holzzellen haben eine Dicke von circa 0.020 Millim.; ihr Lumen erreicht eine Weite von 0.009 Millim. Die unkenntlichen Markstrahlen sind einreihig, die kenntlichen 2—4reihig. Die Dimensionen der Markstrahlenzellen zeigen in radialer Richtung eine grosse Veränderlichkeit; auch die Höhe derselben schwankt zwischen verhältnissmässig weiten Grenzen:

$t = 0.013$ Millim. (Mittelwerth).
$h = 0.012—0.036$ Millim.

Holzparenchym ist reichlich vorhanden. Es hat eine vorwiegend tangentiale Anordnung und erscheint im mikroskopischen Bilde des Querschnitts wie eine Auszweigung der Markstrahlen. Man erkennt die etwa 0.022 Millim. breiten, in Bezug auf Höhe ziemlich veränderlichen Holzparenchymzellen an ihrer Weite, relativen Dünnwandigkeit und an dem bräunlichen Zellinhalt, welchen sie mit den Markstrahlenzellen gemein haben.

Das Nussbaumholz ist fein, hart, etwas glänzend, leicht spaltbar,

trocken gehalten äusserst dauerhaft. Die Dichte des trockenen Holzes beträgt nach Nördlinger 0.65—0.71.

Als Tischler- und Drechslerholz und für Fournire sehr gesucht, auch zu Gewehrschäften häufig verarbeitet.

48. Das Holz des Hickory[1].

(*Carya alba Mill.*)

Ein Kernbaum Nordamerikas, mit breitem Mark und dickem Splint. Splint weiss, Kern weisslich mit einem Stich in's Braunröthliche. Das Kernholz wird an der Luft gelb.

Das freie Auge unterscheidet an dem querdurchschnittenen Hickoryholze Jahrringe, welche durch einen Kreis weiter Poren (Gefässe) scharf von einander getrennt sind. Das Frühlingsholz ist weisslich, das Sommer- und Herbstholz bis auf die äusserste Zone des letzteren, welche häufig licht ist, dunkler gefärbt. Zahlreiche kenntliche Markstrahlen, senkrecht von reich entwickelten Bändern von Holzparenchym durchsetzt.

Durch die Loupe erkennt man, dass die Gefässe des Frühlingsholzes häufig in Gruppen zu 2—3 auftreten, und kann die Gefässe nunmehr bis tief in's Sommerholz hinein verfolgen. Markstrahlen und Holzparenchym treten mit grösserer Schärfe hervor. Beide erscheinen hell auf dunklem Grunde; letzteres ist fast noch besser ausgeprägt als erstere.

Mikroskopischer Befund. Die Gefässe besitzen im Frühlingsholze eine mittlere Weite von 0.248 Millim.; im Sommer- und Herbstholz fällt ihr Durchmesser häufig bis auf 0.028 Millim. Die Wände fand ich mit zarten, etwa blos 0.005 Millim. breiten, kreis- oder ellipsenförmigen Tüpfeln bedeckt. Die Holzzellen sind dickwandig und erreichen einen Querdurchmesser von 0.017 Millim.; ihr Lumen ist selten weiter als 0.004 Millim. Die kenntlichen Markstrahlen bestehen aus 2—3 Zellreihen, die unkenntlichen blos aus einer. In radialer Richtung zeigen die Markstrahlenzellen eine sehr veränderliche Ausdehnung:

$t = 0.013$ Millim. (Mittelwerth).
$h = 0.014-0.021$ Millim.

Das Holzparenchym besteht aus 0.018 Millim. breiten, gegenüber den Holzzellen dünnwandigen Elementen; ihre Höhe ist sehr

[1] Unter Hickory (oder Hickery) versteht man in Nordamerika zahlreiche, der *Carya alba* ähnliche Nussbaumarten mit angenehm schmeckenden Früchten. Zweifelsohne liefern ausser *Carya alba*, noch einige andere *Carya*-Arten das Hickoryholz des Handels.

veränderlich. Markstrahlen- und Holzparenchymzellen sind mit bräunlichen Inhaltsstoffen erfüllt, wodurch sie, im Vergleiche zu den Holzzellen, eine dunkle Farbe gewinnen.

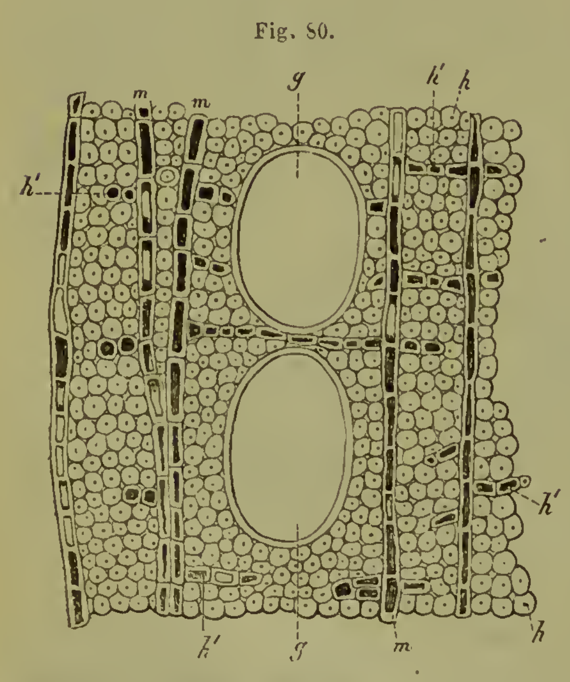
Das Hickoryholz ist minder fein als das gewöhnliche Nussholz, hart, schwer, wenig glänzend, zähe, dauerhaft. Dichte im trocknen Zustande 0.93.

49. Eisenholz von *Casuarina equisetifolia L. fil.*

Dieses harte, schwere, zu Kunstarbeiten dienliche Holz rührt von einem Baume, dessen Heimat die Südseeinseln und der indische Archipel ist, welcher aber seines nutzbaren Holzes wegen häufig in den Tropen cultivirt wird, so z. B. auf Martinique, in Indien[1]) u. s. w.

Mit freiem Auge erkennt man die Jahrringe an einem braunen, überaus dichten Holzgewebe, welches oft mehre Millim. breit, keinerseits scharf begrenzt ist, und oft, höchst unregelmässig verläuft. Der übrige sehr breite Theil eines Jahrringes enthält nur sehr kleine Mengen von jenem dichten Holzgewebe; er ist hingegen sehr reich an Gefässen, welche als weissliche Pünctchen erscheinen. Markstrahlen sind auf dem Querschnitt gar nicht, auf dem radialen Längsschnitt kaum zu sehen.

Fig. 80.



Vergr. 300. Querschnitt durch das Holz der *Casuarina equisetifolia* (Eisenholz). *gg* Gefässe, *hh* Holzzellen, *mm* Markstrahlen, *h'h'* Holzparenchym.

Loupenansicht des Querschnitts. Die Gefässe erscheinen theils als Poren, theils als weisse Pünctchen. In der rothbraunen Grundmasse treten sehr zahlreiche zarte, weisslich erscheinende Markstrahlen auf, die durch ebensolche Querlinien mit einander verbunden sind.

Mikroskopischer Befund. Im dichten Holze fehlen die Gefässe. Im übrigen Theile sind sie reich entwickelt, treten einzeln auf und zeigen gewöhnlich eine Weite von 0.100 — 0.180 Millim. Ueber die Gefässwände sind zahlreiche überaus kleine Tüpfel, elliptisch gestaltet, etwa 0.003 Millim. breit, ausgestreut, zwischen welchen eine zarte spiralige Streifung bemerkbar wird. Die Markstrahlen

1) S. Catal. des col. fr. p. 24 und 55.

sind fast nur einreihig. Die Markstrahlenzellen beherbergen einen rothen harzigen Inhalt. Von ihnen laufen in querer Richtung Aeste von Holzparenchym aus, welche aus dünnwandigen mit rothem Harz erfüllten Zellen bestehen. Sehr bemerkenswerth erscheint mir die Eigenschaft vieler Markstrahlen sich gabelig nach aussen zu verästeln. Die Holzzellen sind 0.008—0.016 Millim. dick; ihr Lumen erscheint nur als Punct. Das Holzparenchym ist so reichlich entwickelt, dass es auf dem Längsschnitt ganze lange Bänder bildet.

Das Holz ist schwer spaltbar und auch schwierig zu schneiden.

B. Das Holz der Nadelbäume.

Die anatomischen Verhältnisse des Holzes dieser Gewächse weisen eine grössere Einfachheit gegenüber jenen des Holzes der Laubbäume schon auf den ersten Blick durch den Mangel an Gefässen auf (vgl. oben p. 519). Zudem zeigen die Holzzellen des Stammes der Nadelbäume, mit wenigen, sehr characteristischen Ausnahmen, eine solche Uebereinstimmung in den morphologischen Verhältnissen, dass man sie selbst im isolirten Zustande, z. B. als Papierfaser (vgl. oben p. 454), leicht erkennen kann. Markstrahlen sind in allen, Holzparenchym in den meisten Nadelhölzern vorhanden. Die fast jeder Holzart eigenthümliche Ausbildung der ersteren ist es, welche die wichtigsten Anhaltspuncte zur Unterscheidung der von verschiedenen Coniferen abstammenden Holzarten darbietet.

Die Jahrringbildung kommt bei allen Nadelhölzern dadurch zu Stande, dass die Herbstholzzellen sehr stark, und die unmittelbar daran anstossenden Frühlingsholzzellen des nächstjährigen Holzringes relativ schwach verdickt sind. Das Frühlingsholz hat deshalb meist einen schwammigen, das Herbstholz einen hornartigen Character. Es sind aber die Herbstholzzellen auch stets viel dunkler gefärbt als die Frühlings- und Sommerholzzellen, wodurch die Differenzirung der Jahrringe nur noch schärfer hervortritt.

Die Holzzellen der Nadelhölzer, wegen ihrer an die Gefässe der Laubhölzer erinnernden Weite und Wandverdickung auch Tracheïden genannt, zeichnen sich durch eine in die Augen springende Tüpfelung an den radialen Seitenwänden und durch die Grösse ihres Querschnittes aus. Bei der Eibe gesellt sich zu der radialen Tüpfelung noch eine andere Structureigenthümlichkeit: die Zellwand ist nämlich innen mit einem scharf ausgeprägten, niemals fehlenden Spiralbande belegt. Unter unsern Nadelhölzern ist es nur die Eibe, welche diese Ausbildung der Zellwand in allen Holzzellen, und überall in

scharfer Ausprägung zeigt. Das Lärchenholz lässt in den Herbstholzzellen allerdings auch nicht selten ähnliche Bildungen erkennen. In typischer Weise und in allen Holzzellen kommt diese spiralige Verdickung der Holzzellen nur bei unserer Eibe *(Taxus baccata L.)*, ferner, wie Schrader[1]) fand, an der canadischen Eibe *(Taxus canadensis Willd.)* vor. Nach Schrader sollen analoge Structurverhältnisse auch im Holze der Eibentanne *(Abies Douglasii Lindl. = Pinus taxifolia Lamb.)*, einem der gemeinsten Waldbäume der Rocky-Mountains im Nordwesten Nordamerikas, auftreten.

Die Holzzellen der Coniferen haben einen mittleren Querdurchmesser von 0.02—0.05 Millim. Relativ schmale Holzzellen finden sich im Holze der Eiben, Cedern und Wachholderarten; breite im Holze der Tannen, Fichten, Lärchen und Kiefern vor.

Die Tüpfel der Tracheïden sind, wie schon angeführt wurde, sehr gross, besonders wenn man sie mit den analogen Bildungen an Laubholzgefässen vergleicht. Ihr grösster Durchmesser ist meist nur um geringes kleiner als der Durchmesser des Zell-Lumens; und sie bilden dann stets nur eine Zellreihe auf der ganzen radialen Längsfläche einer Holzzelle. Bei Lärchen, seltener bei Fichten, bilden sie hingegen manchmal 2, bei der sibirischen Lärche sogar hin und wieder noch mehr Längsreihen. Drei Längsreihen und mehr finden sich an den Holzzellen der brasilianischen Araucarien vor.

Die Markstrahlen der Coniferen gehören in die Kategorie der unkenntlichen, da man sie auf dem Querschnitte des Holzes erst mit der Loupe deutlich wahrnehmen kann. Die Höhe der Markstrahlen steigt im Nadelholze wohl nie über 0.5 Millim. Häufig bestehen diese Gewebsantheile blos aus einer einzigen Zellreihe. Im Tannenholze habe ich die Markstrahlen nie anders als einreihig gefunden: auch bei der Eibe dürfte ein gleiches der Fall sein; doch habe ich bei letzterer Holzart hierüber nicht so umfassende Beobachtungen, wie bei der Tanne angestellt. Nach der Ausbildung der Zellwand der Markstrahlenzellen kann man im Coniferenholze drei Arten von Markstrahlenzellen unterscheiden, welche ich der Kürze wegen als Poren-, Tüpfel- und Zacken-Markstrahlenzellen bezeichnen will. Poren-Markstrahlenzellen nenne ich jene, deren Wände blos von einfachen Poren durchbrochen sind; Tüpfel-Markstrahlenzellen jene, deren Zellwände untereinander oder auch mit den benachbarten Holzzellen durch Tüpfel verbunden sind. Als Zacken-Markstrahlenzellen spreche ich jene Markstrahlenzellen an, deren, durch mehr oder minder deutliche Tüpfel verbundene Wände eine eigenthümliche, zickzackförmige Verdickungsmasse besitzen. Porenmarkstrahlen finden sich bei der Tanne, z. Th.

---

1) Das Holz der Coniferen. Dresden 1872. p. 19.

bei Fichte und Lärche vor, deren Markstrahlenzellen auch stellenweise getüpfelt sind. Tüpfel-Markstrahlenzellen kommen auch bei Föhren (*Pinus*-Arten) vor, für welche indess die Zackentüpfel characteristisch sind.

Im Holze der Tannen, Eiben, Cedern, Lebensbäume (*Thuya*-Arten) und Wachholder finden sich nur einerlei, nämlich Poren-Markstrahlen vor. Im Holze der Föhren, Fichten und Lärchen kommen hingegen zweierlei Markstrahlenzellen, innere und äussere vor; die innern sind stets porös verdickt, die äussern entweder getüpfelt (Fichte, Lärche) oder zackig verdickt (Föhren).

Schrader hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass die Anzahl der vertical übereinanderliegenden äussern und innern Markstrahlenzellen bei einer und derselben Holzart innerhalb enger Grenzen constant ist, und dass auch das Verhältniss der Anzahl der äussern Markstrahlenzellen zur Anzahl der innern ein nahezu constantes ist. Die Anzahl der innern Markstrahlenzellen (J) und der äussern (A), ferner den Markstrahlcoëfficienten C

$$C = \frac{J}{A}$$

benutzt Schrader, um die Characteristik der Nadelhölzer zu vervollständigen. Ich werde die von Schrader gefundenen mittleren Werthe von J, A und C, ferner von S ($S = J + A$) in der unten folgenden Beschreibung der Nadelholzarten dort, wo ich es zur Unterscheidung für vortheilhaft halte, mittheilen.

Holzparenchym fehlt unter den Nadelhölzern blos den Eibenarten. Sehr spärlich tritt es im Holze der Tanne, wo es lange übersehen wurde, spärlich im Fichtenholze auf. Reichlich ist es im Holze der Föhren, Lärchen, Cedern und Wachholderarten vorhanden.

Die Harzgänge des Coniferenholzes sind entweder harzerfüllte Intercellularräume innerhalb mehrreihiger Markstrahlen, oder Intercellularräume, welche im Holzparenchym, oder selbes ersetzend, auftreten. Erstere werden wagrechte, letztere senkrechte Harzgänge genannt. In den einzelnen Markstrahlen treten die Harzgänge gewöhnlich nur einzeln auf; in den Markstrahlen des Lärchenholzes habe ich sie nicht selten zu zweien übereinanderstehend angetroffen.

An harzarmen Individuen gewöhnlich harzreicher Bäume, z. B. an der Fichte, finden sich in den Markstrahlen lufterfüllte, völlig harzlose Intercellularräume vor.

50. Das Holz der Tanne.

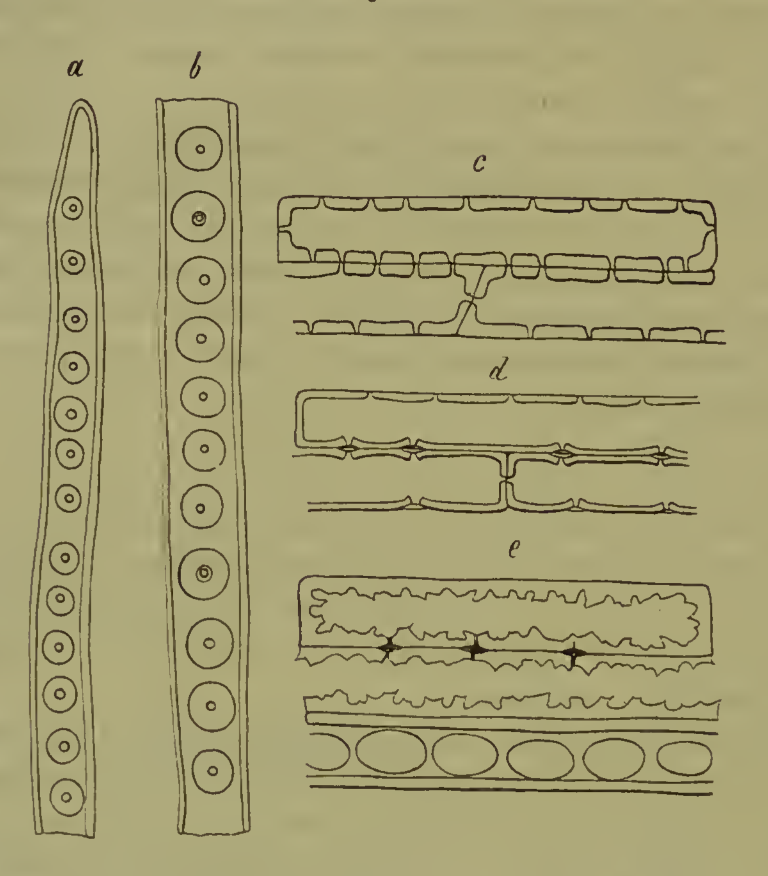
(*Abies pectinata DC.*)

Die Tanne kommt im mittleren und nördlichen Europa und in Sibiren vor.

Reifholzbaum mit breitem Splinte und 1.5 Millim. dickem, abgerundet polygonalem, braunem Marke.

Die Jahrringe sind sehr scharf ausgeprägt, die Markstrahlen werden erst mit der Loupe betrachtet deutlich. In der Regel ist das Tannenholz harzarm und dann frei von Harzgängen (Harzporen).

Fig. 81.



Vergr. 300. *a b* Bruchstücke von Holzzellen; *c—e* Bruchstücke von Markstrahlen; *c* von der Tanne, *d* von der Fichte, *e* von der Föhre.

Mikroskopischer Befund. Die Holzzellen (Frühlings- und Sommerholzzellen) haben eine mittlere Weite von 0.030 Millim. und sind stets einreihig getüpfelt. Auf dem tangentialen Längsschnitt erscheinen die Markstrahlen ausnahmslos einreihig und frei von Intercellularräumen. Die Markstrahlenzellen sind stets nur einerlei Art, nämlich Poren-Markstrahlenzellen.

Tannenholz ist weich, grob, glänzend, spaltet sehr vollkommen und leicht. Trocken beträgt dessen Dichte 0.37—0.60. Trocken gehalten und selbst im Boden sehr dauerhaft, minder dauerhaft in der Luft, besonders bei Zutritt von Feuchtigkeit (Nördlinger).

51. Das Holz der Fichte (Rothtanne).

(*Abies excelsa DC.*)

Dieser Baum ist eine der gewöhnlichsten Wälder bildenden Coniferen des mittleren und kälteren Europas. In Sibirien tritt die Fichte in einer eigenthümlichen Standortsvarietät, die man auch als selbstständige Species aufgefasst und als *Abies obovata Loudr.* beschrieben hat[1]), auf.

Das Mark dieses Reifholzbaumes erreicht eine Dicke bis 5 Millim.

Mit freiem Auge und mit der Loupe betrachtet lässt sich das Holz der Fichte vom Tannenholze nicht sicher unterscheiden.

Mikroskopisch untersucht, unterscheidet es sich nicht nur vom Tannenholze, sondern auch vom Holze der übrigen Coniferen. Im tangentialen Längsschnitt erscheinen neben einreihigen auch zahlreiche mehrreihige, mit luftführenden oder harzerfüllten Intercellularräumen versehene Markstrahlen. Die genannten Hohlräume treten in den Markstrahlen des Fichtenholzes stets nur einzeln auf. In den Markstrahlen des Fichtenholzes lassen sich zweierlei Zellen, äussere (obere und untere), stets getüpfelte, und innere (mittlere), stets porös verdickte, unterscheiden. Die Wand der Poren-Markstrahlenzellen ist bei der Fichte nie so reichlich von Porencanälen durchsetzt, als dies bei der Tanne der Fall ist. Die Wanddicke der Markstrahlenzellen ist im Fichtenholze eine geringere, als im Tannenholze. Erstere beträgt etwa 0.0027, letztere circa 0.0036 Millim. Die Durchmesser der Sommerholzzellen (Stammholz) messen im Mittel 0.036 Millim. Die Herbstholzzellen sind manchmal spiralig gestreift.

Auch das Fichtenholz ist weich, grob, glänzend und leicht spaltbar. Die Dichte des trockenen Holzes schwankt zwischen 0.35—0.60 (Nördlinger). In der Dauerhaftigkeit stimmt das Fichtenholz mit dem Tannenholze überein.

52. Das Holz der Lärche.

(*Larix europæa DC.*)

In Europa und im nördlichen Asien, woselbst sie in der Form *Larix sibirica Ledeb.* auftritt, verbreitet.

Die Lärche ist ein ausgesprochener Kernbaum mit fast verschwindendem Marke und einem in der Breite höchst variablen Splint. Der Kern ist roth, der Splint gelblich gefärbt.

Mit der Loupe betrachtet erhält man, abgesehen von der Farbe, vom Lärchenholze kaum ein anderes Bild, als vom nahverwandten Fichtenholze; nur treten im ersteren deutliche Harzporen auf.

---

1) S. Griesebach, Die Vegetation der Erde. I. p. 93.

Mikroskopisch untersucht zeigt sich eine grosse Uebereinstimmung im Baue von Lärchen- und Fichtenholz, weshalb die Characteristik des ersteren mit steter Rücksicht auf das letztere vorgenommen werden muss.

Die Sommerholzzellen der Lärche überragen im Querschnittsdurchmesser die correspondirenden Fichtenholzzellen, indem ihre Weite bei unserer europäischen Lärche bis auf 0.050, bei der sibirischen Lärche sogar bis auf 0.056 Mm. steigt[1]. Die Herbstholzzellen erscheinen stets spiralig gestreift, was bei der Fichte nicht immer zu bemerken ist. — Die Markstrahlen erreichen einen beträchtlicheren Umfang als bei der Fichte, wie Schrader's[2] eingehende Beobachtungen lehren:

Lärche:	J = 1.00	bis 28.87
	A = 2.00	» 2.67
	S = 3.00	» 31.54
	C = 0.50	» 10.81
Fichte:	J = 1.00	» 19.00
	A = 2.00	» 5.78
	S = 3.00	» 24.78
	C = 0.50	» 3.34

Die äusseren Markstrahlenzellen sind, wie bei der Fichte, getüpfelt, die inneren, ebenfalls wie bei der letzteren Holzart, porös. Wie Schrader zuerst auffand, sind die Tüpfel der äusseren Markstrahlenzellen der Lärche stets glatt, die der Fichte manchmal mit Verdickungsspitzen versehen, so dass in dieser Beziehung die Markstrahlenzellen der Fichte den Uebergang von der Lärche zu den Kiefern repräsentiren. In den Markstrahlen der Lärche habe ich häufig zwei (harzführende) Intercellularräume beobachtet, während ich am Fichtenholze bis jetzt nie mehr als einen (luft- oder harzführenden) gesehen habe. Auch finde ich, dass die Markstrahlenzellen der Lärche auf den radialen Wänden Tüpfelspalten führen, welche in der Richtung einer steilen Spirale angelegt sind, eine Regelmässigkeit, welche ich bei Untersuchung des Fichtenholzes stets vermisste.

Das Lärchenholz ist weich, grob, glänzend auf den Spaltflächen, sehr vollkommen spaltbar. Trocken beträgt seine Dichte nach Nördlinger 0.44—0.80. Es zeigt, sowohl trocken als feucht gehalten, und auch dem Wechsel der Witterung ausgesetzt, eine grosse Widerstandskraft.

---

1) Wiesner, Untersuchung einiger Treibhölzer aus dem nördlichen Eismeer. Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 65. Februar 1872.

2) l. c. p. 54 und 57.

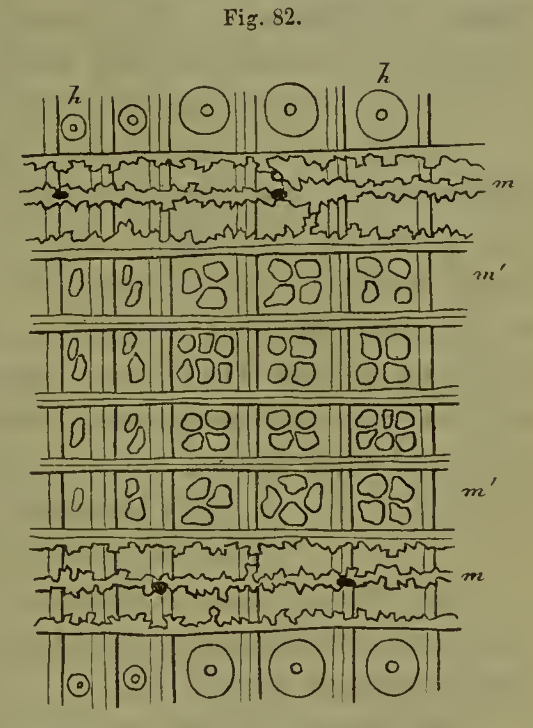
Das Kernholz von Lärchen, die im Hochgebirge wuchsen, ist als Rothlärchenholz besonders gesucht.

Vorzügliches Bauholz: auch zu groben Maschinenbestandtheilen gut verwendbar (Karmarsch).

53. Das Holz der Weissföhre (gemeine Kiefer).
(*Pinus silvestris L.*)

Diese wichtige, Wälder bildende Conifere des mittleren und nördlichen Europas ist ein Kernholzbaum mit kleinem, 1—4 Mm. dickem Marke. Nach Nördlinger[1]) besteht der Splint aus 25—80 Jahresringen. Der Splint ist gelbröthlich, das Herbstholz bräunlichroth, der übrige Kern lichter, nämlich gelblich roth gefärbt. Die manchmal etwas wellenförmig verlaufenden Jahresringe treten mit grosser Schärfe hervor. Die Markstrahlen erreichen eine Höhe bis zu 0.6 Millim.

Fig. 82.



Vergr. 250. Radialer Längsschnitt, durch das Holz der Weihrauchskiefer (*Pinus Tæda L.*) geführt. *hh* Holzzellen. *mm* äussere oder Zickzack-Markstrahlen. *m'm'* innere oder Tüpfel-Markstrahlen.

Im Loupenbilde des Querschnitts erscheinen die Markstrahlen und die reichlich vorhandenen Harzgänge (Harzporen).

Mikroskopischer Befund. Wie bei allen *Pinus*-Arten finden sich auch im Holze der Weissföhre Zacken- (äussere), und Tüpfelmarkstrahlenzellen (innere) vor. Die ersteren lassen eine sehr complicirte, zickzackförmige Verdickung erkennen. (S. Fig. 81*e*.) Die grossen Tüpfel treten an den inneren Markstrahlen fast immer einzeln, nur selten paarweise auf. Schrader[2]) hat folgende Werthe für die Anzahl der inneren und äusseren Markstrahlenzellen aufgefunden:

$$S = 4—32; \text{ meist } 4—8.$$

Auf die letzteren (4 — 8 reihigen) beziehen sich die folgenden Werthe:

$$\begin{matrix} J = 2.43 \text{ bis } 3.74 \\ A = 2.55 \;\text{»}\; 6.12 \end{matrix} \quad C = 0.61 \text{ bis } 1.03 \text{ ; fast immer kleiner als } 1.$$

Das Holz der Weissföhre ist weich, grob, etwas glänzend, lässt sich leicht und schön spalten und hat im trockenen Zustande eine

1) l. c. p. 528.

2) l. c. p. 35 ff.

Dichte von 0.31—0.74 (Nördlinger). Das Kernholz ist, sowohl feucht als trocken gehalten, von grosser Resistenz.

54. Das Holz der Schwarzföhre.

(*Pinus laricio Poir.*)

Die Schwarzföhre findet sich im wärmeren und einigen Gegenden des mittleren Europas, z. B. in Niederösterreich, wo sie einen der wichtigsten Bestandtheile des Waldes bildet. Mark- und Splintbildung dieses Kernbaumes wie bei der Weissföhre. Auch der makroskopische Aspect des Holzes ist fast derselbe wie beim Holze der Weissföhre; nur ist es etwas feiner und weniger glänzend

Loupenbild wie beim Weissföhrenholze.

Auf die mikroskopischen Unterschiede dieses mit dem Weissföhrenholze so nahverwandten Holzes hat zuerst Schrader[1]) aufmerksam gemacht. Er fand, dass an den innern Markstrahlenzellen die Tüpfel häufiger, als dies beim Weissföhrenholze der Fall ist, in Gruppen zu 2, auch zu 3—4 erscheinen, dass aber auch hier das Auftreten einzelner grosser Tüpfel der normale Fall ist. Am häufigsten finden sich im Schwarzföhrenholze 4—8reihige Markstrahlen vor, doch steigt die Anzahl der Reihen bis auf 17.

$$\begin{matrix} J = 3.01 \text{ bis } 5.01 \\ A = 2.35 \text{ » } 3.33 \end{matrix} \quad C = 1.15 \text{ bis } 1.67\,^{2)}.$$

Die Werthe von C differiren, wie man sieht, bei Weissföhren- und Schwarzföhrenholz so bedeutend, dass sich hierauf eine sichere Unterscheidung stützen lässt.

Das Schwarzföhrenholz ist weich, schwerer spaltbar als Weissföhrenholz und hat einen eigenthümlichen Geruch. Trocken beträgt seine Dichte 0.38—0.76 (Nördlinger). Es ist von grosser Dauerhaftigkeit.

55. Das Holz der Arve (Zirbelkiefer, Zürbelföhre).

(*Pinus Cembra L.*)

Der Baum kommt auf den Alpen und höheren Gebirgen des mittleren Europas und Sibiriens vor. Kernholzbaum mit 1—6 Millim. dickem Marke und 24—40 Splintringen (Nördlinger). In der Färbung des Kernes ist das Arvenholz dem Rothlärchenholz, im makroskopischen Aussehen dem Föhrenholze ähnlich. Die Markstrahlen erreichen blos eine Höhe von 0.45 Millim.

---

1) l. c. p. 42 ff.

2) Diese Zahlen beziehen sich auf die gewöhnlichen bis achtreihigen Markstrahlen; aber auch bei 9—13reihigen Markstrahlen ist C 1.71; und kann, nach Schrader, bis auf 2.51 steigen.

Mit der Loupe betrachtet, erkennt man ausser den sehr feinen Markstrahlen noch zahlreiche kleine Harzgänge (Harzporen), meist der Herbstgrenze des Jahrringes genähert.

Mikroskopischer Befund. Das Arvenholz geht im morphologischen Verhalten in der Mitte zwischen Fichten- und Föhrenholz. Die inneren Markstrahlenzellen sind genau so wie bei den übrigen Föhren grosstüpfelig, hingegen zeigen die äusseren Markstrahlenzellen nicht jene scharf ausgesprochene, zackenförmige Verdickungsmasse, sondern sind vielmehr kleintüpfelig und nur hier und dort mit Zacken versehen, ähnlich wie sich dies auch bei der Fichte manchmal erkennen lässt. An den inneren Markstrahlenzellen kommen häufig die grossen Tüpfel paarweise vor.

Als Mittelwerthe von J, A und S hat Schrader[1]) für diese Holzart gefunden:

$$\begin{aligned} A &= 2.3 \\ J &= 5.5 \\ \hline S &= 7.8 \end{aligned}$$

mithin C in der Regel grösser als 1.

Das Arvenholz ist grob, wenig glänzend, dauerhaft. Im trockenen Zustande beträgt dessen Dichte nach Nördlinger 0.36—0.51.

56. Das Holz der Weihrauchkiefer[2]).

(*Pinus Tæda L.*)

Das Holz dieses wichtigen, Wälder bildenden nordamerikanischen Nadelbaumes stimmt insofern mit jenem unserer Föhren überein, als es zweierlei Markstrahlenzellen, äussere oder Zacken-, und innere oder Tüpfel-Markstrahlenzellen führt.

Characteristisch ist für diese und eine nahe verwandte, ebenfalls nordamerikanische Nadelholzart (*Pinus rigida Mill.*), dass auf den radialen Längswänden die inneren Markstrahlenzellen nur selten mit einzelnen, sondern mit Gruppen von Markstrahlenzellen besetzt sind. Diese Tüpfelgruppen bestehen aus 2—6, gewöhnlich 4, sehr unregelmässig contourirten Tüpfeln.

Vom Holze der *Pinus rigida* unterscheidet sich unser Holz durch die Markstrahlenconstanten.

Für *Pinus Tæda* hat Schröder folgende Werthe erhalten:

---

1) l. c. p. 30.

2) Vgl. Schrader l. c. p. 45 ff.

$$\begin{array}{l} J = 3.79 \\ A = 2.92 \\ \hline S = 6.71 \end{array} \quad C = 1.30$$

und für *Pinus rigida*

$$\begin{array}{l} J = 2.58 \\ A = 3.13 \\ \hline S = 5.71 \end{array} \quad C = 0.82$$

P. Taeda ist ein Kernholzbaum. Der Splint umfasst 8—10 Jahresringe. Ich fand die Dicke des Markes gleich drei Millim., die Höhe der Markstrahlen gleich 0.5 Millim. Ich kann jedoch die Angaben dieses Absatzes nicht als allgemein geltend ausgeben, da ich nur zwei Proben zu untersuchen in der Lage war.

Sämmtliche Föhren liefern gutes Bauholz.

57. Das Holz des gemeinen Wachholders.

(Juniperus communis L.)

Der Wachholder tritt sowohl in Strauch- als in Baumform im mittleren und nördlichen Europa und Asien auf.

Das Holz lässt Kern und Splint unterscheiden. Mark ist kaum erkennbar. Der Splint besteht aus 18—24 schmalen Jahresringen, ist weisslich oder röthlichweiss, mit rothbräunlichen Herbstholzlinien versehen. Kern licht röthlichbraun oder röthlichgelb. Das Holz besitzt einen nicht starken aber characteristischen, angenehmen Geruch.

Das Loupenbild des Querschnitts bietet wenig Eigenthümliches dar. Die Markstrahlen sind im Kernholze etwas deutlicher als im Splinte erkennbar; Harzporen sind nicht vorhanden.

Mikroskopisch ist das Wachholderholz mit dem Holze der Fichten, Lärchen und Föhren nicht zu verwechseln, da es blos einerlei Markstrahlenzellen führt, wie das Holz der Tanne und Eibe. Durch die kurzen, meist nur bis 0.08 Millim. hohen Markstrahlen unterscheidet es sich ebenso wie durch die schmalen Holzzellen, deren Breite gewöhnlich nur etwa 0.017 Millim. beträgt, vom Tannenholze, und durch den Mangel spiraliger Verdickungen in den Holzzellen vom Eibenholze. Schwieriger ist es, das Holz des Wachholders und überhaupt der Wachholderarten von dem der *Thuja*-Arten (Lebensbäume) zu unterscheiden, worüber unten bei Thujaholz noch gesprochen werden soll.

Das Wachholderholz ist weich, schwer zu spalten und sehr dauerhaft. Die Dichte des trockenen Holzes beträgt nach Nördlinger 0.53—0.70.

Drechslerholz.

58. Das Holz des virginischen Wachholders (virginisches Cedernholz, Red Cedar[1]), rothes Cedernholz, Bleistiftholz).

(Juniperus virginiana L.)

Nordamerikanischer, massenhaft in Maine vorkommender Baum, dessen braunrothes, wohlriechendes Kernholz bekanntlich auch in Europa sehr häufig verarbeitet wird. Mark kaum wahrnehmbar, Splint gelblich.

Loupenansicht des Querschnittes. Jahrringgrenze (Herbstholz) dunkler als das übrige Gewebe, in's purpurrothe geneigt. Einzelne Markstrahlen ebenso gefärbt.

Mikroskopisch untersucht zeigt dieses Holz die gleiche einfache histologische Zusammensetzung wie das vorhergehende, unterscheidet sich aber hiervon auf das bestimmteste durch die Dimensionen der Holzzellen und durch den Inhalt der Markstrahlenzellen. Der Querdurchmesser der Holzzellen beträgt nämlich im Mittel 0.025 Mm. Die Markstrahlen erreichen gewöhnlich nur eine Höhe von 0.13 Mm. und bestehen nur aus wenigen in eine Reihe gestellten Zellen, welche mit blutroth erscheinendem Harze erfüllt sind. Das Holzparenchym führt hingegen ein braunrothes Harz.

Das virginische Cedernholz ist weich, leicht spaltbar und glänzend. Es besitzt grosse Dauerhaftigkeit.

Wird zu Bleistifthülsen sehr häufig verarbeitet.

59. Das Holz des Lebensbaumes (weisses Cedernholz[2]), canadisches Cedernholz).

(Thuja occidentalis L.)

Ein Kernholzbaum Nordamerikas mit fast verschwindendem Marke und einem aus 10—12 Jahresringen bestehendem gelblichen Splinte. Der Kern ist schmutzigbraun oder hellbraun.

Mit der Loupe erkennt man, dass die Herbstholzlagen der stets relativ schmalen Jahresringe meist tief in die übrige Masse des Holzringes hineinreichen. Markstrahlen selten über 0.08 Millim. hoch, auf dem Querschnitt gut wahrnehmbar.

Im mikroskopischen Baue zeigt das Lebensbaumholz eine grosse Uebereinstimmung mit dem Holz der Wachholderarten, namentlich mit jenem des gemeinen Wachholders, mit welchem es auch in den Dimensionen der Elementarorgane sehr nahe übereinstimmt. Ich finde, dass sich diese Holzarten durch die Anzahl der Markstrahlenzellen,

1) Michaux, Hist. des arb. forest. etc. III. p. 42.

2) Vgl. oben bei *Cypressus thyoïdes Willd.* p. 551.

welche in der tangentialen Schnittrichtung auf eine bestimmte Fläche zu liegen kommen, unterscheiden lassen. Es kommen auf den Quadratmillimeter einer Tangentialfläche beim Holze der *Thuja* im Mittel 160, beim Holze der *Juniperus communis* im Mittel etwa 230 Markstrahlenzellen zu liegen.

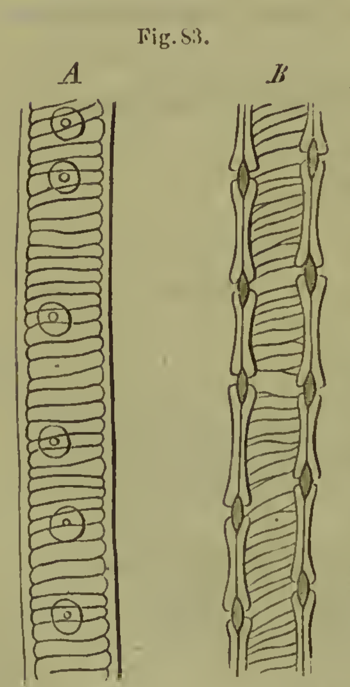
Das Lebensbaumholz ist weich, spaltet nicht leicht, glänzt etwas auf den Spaltflächen, riecht kampferähnlich und soll grosse Resistenz gegen Witterungseinflüsse zeigen. Dichte des trockenen Holzes 0.38—0.54 (Nördlinger).

Dient zu feinen Tischlerarbeiten.

60. Das Holz der Eibe.

(Taxus baccata L.)

Das Mark dieses europäischen Kernholzbaumes erreicht einen Durchmesser von 0.8 Millim. Um den schön röthlichbraunen, manchmal in's bläulichschwarze geneigten Kern liegen 12—20 gelbliche Splintringe von sehr wechselvoller Breite. Höhe der Markstrahlen bis 0.22 Mm.



Vergr. 400. Holzzellen der Eibe (*Taxus baccata*). *A* radialer, *B* tangentialer Längsschnitt.

Loupenansicht des Querschnittes. Sehr gleichmässiger Uebergang des Sommerholzes in das Herbstholz. Markstrahlen etwas undeutlich sichtbar wegen Aehnlichkeit in der Färbung mit dem Holzgewebe. Harzgänge (Harzporen) nicht vorhanden.

Mikroskopischer Befund. Alle Holzzellen sind innen mit scharf ausgeprägten spiraligen Verdickungen versehen. Markstrahlen einreihig, einerlei Art, aus Poren-Markstrahlenzellen bestehend. Holzparenchym fehlt.

Das Holz der Eibe ist hart, fein, wenig glänzend, schwer spaltbar, sehr dauerhaft. Trocken beträgt seine Dichte nach Nördlinger 0.74—0.94.

Das Eibenholz dient zu Tischler- und Dreharbeiten, in Oesterreich besonders häufig zur Verfertigung von sog. Fasspipen (Fasshähnen).

C. Holz monocotyler Bäume.

Palmenholz (Palmyraholz).

Unter diesem Namen kommt das Holz mehrerer Palmen und Pandaneen im Handel vor.

Die meisten Palmen geben ein Nutzholz, welches als Bau- und Zimmerholz verwendet wird. Das Holz dieser Palmen, z. B. der Cocos-, Dattel- und Arekapalme u. s. w., erscheint nicht oder nur ausnahmsweise im europäischen Handel. Es existiren aber mehrere Palmen, deren Holz mit einer schönen Zeichnung auch einen hohen Grad von Festigkeit, Härte und Dauerhaftigkeit verbindet und eine schöne Politur annimmt; und diese sind es, welche nach Europa gebracht und als Palmholz [1]) zur Verfertigung von Möbeln und anderen Gegenständen der Kunsttischlerei dienen.

Ich gebe im Nachfolgenden die Beschreibung dreier Palmenhölzer, die mir vom Gesichtspuncte ihrer Morphologie aus typisch erscheinen; nämlich das Holz der *Carludowica palmata* [2]), *Phoenix dactylifera* (Dattelpalme) und der *Arenga saccharifera* (Zuckerpalme).

61. Holz der *Carludowica palmata R. et P.* Südamerika. Das Holz hat etwa die Farbe des frisch angeschnittenen Eichenholzes. Der Querschnitt lässt, wie bei allen Palmenhölzern, ein Grundgewebe unterscheiden, in welchem die Gefässbündel eingebettet sind. Das Grundgewebe ist heller gefärbt als die Gefässbündel. Letztere stehen ziemlich dicht gedrängt, etwa in Abständen von 0.3—0.8 Millim. Ihr Durchmesser beträgt 1—2 Millim. 2—6 Gefässe der Gefässbündel sind so gross, dass sie schon mit freiem Auge zu sehen sind. — Mit der Loupe kann man in jedem Gefässbündel noch mehr Gefässe zählen. Das Mikroskop lehrt, dass die Gefässe einen fast geschlossenen Kreis im Umfange des Bündels bilden. Die Weite der Gefässe beträgt bis 0.180 Millim. Die Wände der weiten Gefässe sind treppenförmig, die der engeren jedoch meist spiralförmig verdickt. Der übrige Raum des Gefässbündels ist von bastartigen Zellen ziemlich gleicher Art erfüllt, deren Dicke etwa 0.024 Millim. misst. Das Grundgewebe besteht aus dickwandigen Parenchymzellen von rundlicher Gestalt, welche 0.040—0.056 Millim. weit und mit zahlreichen Poren versehen sind.

62. Holz der Dattelpalme. Das Holz dieser über die Tropen verbreiteten Palme hat die Farbe von altem Eichenholze. Die Gefässbündel erscheinen nur etwas weniger dunkler als das Grundgewebe gefärbt, sind 1—2 Millim. dick, und rundlich im Querschnitt. Mit der Loupe kann man an jedem querdurchschnittenen Gefässbündel 2—3 Gefässe in Form von Poren unterscheiden, welche an einer Stelle der Peripherie zusammengedrängt sind. Die Weite der Gefässe beträgt, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, etwa 0.100—0.135 Mm.;

---

1) Auch Zebraholz genannt, mit welchem Namen indess auch noch andere Holzarten bezeichnet werden.

2) Ist eigentlich keine Palme, sondern eine Pandanee.

die Gefässwände sind treppenförmig verdickt. Die bastartigen Zellen, welche die Hauptmasse des Gefässbündels bilden, haben eine Dicke von 0.020—0.032 Mm. Die dicken Membranen dieser Zellen erscheinen im Querschnitt deutlich geschichtet und von Porencanälen durchsetzt. Das Grundgewebe setzt sich aus sechsseitigen, dickwandigen Parenchymzellen mit einer Breite von 0.072—0.112 Mm. zusammen. Hier und dort erblickt man mit sternförmigen Krystallaggregaten erfüllte Bastparenchymzellen.

63. Holz der *Arenga saccharifera.* Diese in Indien und auf den Inseln des indischen Meeres vorkommende Palme liefert ein ausgezeichnetes Palmholz, Kitool[1]) genannt. Es wird von Ceylon und Cochinchina in den Handel gesetzt und steht an Farbe, Zeichnung, Härte und Dauerhaftigkeit den meisten anderen als Kunstholz verwendeten Palmholzsorten voran. — Die Gefässbündel sind aussen schwarz, innen licht bräunlich gefärbt. Ihr Umriss erscheint im Querschnitte meist herzförmig. Sie liegen in einem tiefbraun gefärbten Grundgewebe. Die Gefässbündel, 2—3 Mm. breit, stehen 0.2—2 Mm. weit von einander ab. Die polirte Längsfläche erscheint tiefbraun mit schwarzen und goldglänzenden Längsstreifen durchzogen; erstere entsprechen den äusseren, letztere den inneren Partien der Gefässbündel. Mit der Loupe sind keinerlei Structurverhältnisse bemerkbar. — Das Mikroskop lehrt, dass nicht in jedem durch ein Gefässbündel geführten Querschnitt Gefässe vorkommen; vielmehr lassen die meisten Querschnitte von Gefässbündeln nur einerlei Zellen erkennen, nämlich bastartige Zellen, mit schöner concentrischer Schichtung und zahlreichen deutlichen Poren. Die Breite dieser Zellen steigt bis auf 0.060 Mm. Die Gefässe treten sparsam in der Peripherie der Gefässbündel auf. Ihre Weite steigt bis auf 0.108 Mm. Die Gefässwände sind mit langgezogenen, quer verlaufenden Poren (Tüpfeln?) versehen. Das Grundgewebe muss nach der Dicke der Zellwände als sklerenchymatisch bezeichnet werden. Die Breite der sehr unregelmässig gestalteten Zellen des Grundgewebes steigt bis auf 0.98, die Länge bis auf 0.196 Mm. Die Wände fast aller Zellen sind bräunlich bis tief blutroth gefärbt. Aehnlich ist die Farbe der Zellinhalte des Grundgewebes.

---

1) Indischer Name der *Arenga saccharifera*, mit welchem auch die grobe Faser, welche diese Palme liefert, belegt wird.

Vierzehnter Abschnitt.

Unterirdische Pflanzentheile.

Die unterirdischen Pflanzentheile, welche eine technische Verwendung finden, — ihre Zahl ist nur eine geringe —, werden im gewöhnlichen Leben als Wurzeln angesprochen. Für die Zwecke einer genauen Characteristik verdient bemerkt zu werden, dass sich hierunter theils echte Wurzeln, theils verschiedenartig ausgebildete unterirdische Stammgebilde vorfinden.

Die echten Wurzeln sind unregelmässig verästelt, ungegliedert, frei von Blattspuren und Knospen, im völlig entwickelten Zustande ganz oder fast markfrei.

Die unterirdischen Stämme lassen stets eine, wenn auch manchmal verwischte Gliederung, Blattspuren, Knospen erkennen, und führen stets Mark.

Was man unter den sogenannten Wurzeln, der fleischigen Beschaffenheit halber, als Knollen anspricht, ist entweder ein Stamm- oder ein Wurzelgebilde.

Manche sogenannte Wurzeln des Handels bestehen theils aus echten Wurzeln, theils aus unterirdischen Stammgebilden, so z. B. der Krapp, dessen marklose Stücke Wurzeln, dessen markführende, wurzelähnliche Bestandtheile unterirdische Ausläufer (Stammgebilde) sind.

Uebersicht der Gewächse, deren unterirdische Theile technisch verwendet werden.

1) Papilionaceen.

Butea frondosa Roxb. (= Erythrina monosperma Lam.). Indien. Die Wurzel dient zum Färben. Cat. des col. fr. p. 102.

2) Euphorbiaceen.

Manihot utilissima Pohl. Ueber das Stärkemehl der Knollen dieser fast überall in den Tropen cultivirten Pflanze s. oben p. 274.

3) Hippocastaneen.

Pavia rubra Lam. (= *Aesculus Pavia L.*). Südstaaten Nordamerikas. Die Wurzel dient ihres Saponingehaltes wegen zum Waschen. Humph. Marshall, Arbustum americanum. p. 13.

4) Ternstromiaceen.

Cochlospermum tinctorium Perot. Senegambien. Die Wurzel, racine de fayar, dient zum Färben. Cat. des col. fr. p. 100.

5) Sileneen.

Saponaria officinalis L. S. Seifenwurzel.

Gypsophila Struthium L. S. Seifenwurzel.

G. fastigiata L. Mittel- und Südeuropa. Liefert (auch jetzt noch?) eine Seifenwurzel. Böhmer l. c. I. p. 775.

Lychnis chalcedonica L. Sibirien. Die saponinhaltige Wurzel dient zum Waschen. Nach Pallas soll blos das Kraut der Pflanze hierzu benutzt werden. S. unten bei den Blättern.

L. diurna Sibth. und *L. vespertina Sibth.* Die Wurzeln dieser Pflanzen wurden früher ihres Saponingehaltes wegen als weisse Seifenwurzeln (radix saponariæ albæ), gleich der noch jetzt gebräuchlichen, medicinisch verwendet. S. hierüber u. a. Flückiger, Pharmakognosie. p. 262.

6. Chenopodiaceen.

Beta vulgaris Koch. S. Runkelrübe.

7) Polygaleen.

Polygala Senega L. Oestliche Länder Nordamerikas. Die Senegawurzel könnte ihres Saponingehaltes wegen als Seifenwurzel benutzt werden. Ueber die Kennzeichen und Eigenschaften dieser Wurzel s. Flückiger, Pharmakognosie. p. 262 ff. und A. Vogl, Commentar zur österr. Pharmakopoe. Wien 1869. I. p. 336 ff.

8) Papaveraceen.

Sanguinaria canadensis L. Canada. Farbwurzel. Bancroft l. c. II. p. 522.

9) Nymphæaceen.

Die unterirdischen Theile von *Nymphæa alba L.* (Seerosenwurzel)

und von *Nuphar luteum Sm.* (= *Nymphæa lutea L.*; Teichrosenwurzel) wurden früher, und werden auch jetzt noch hier und dort zum Gerben benutzt. Böhmer l. c. II. p. 420.

10) Menispermeen.

Coscinium fenestratum Coleb. (= *Menispermum fenestratum Gärt.* = *Pereiria medica Lindl.*). Indien. Farbwurzel. Cat. des col. fr. p. 100.

Menispermum Calumba Roxb. (= *Cocculus palmatus Wallich* = *Jateorrhiza Calumba Miers*). S. Kolumbowurzel.

11) Anoneen.

Anona asiatica Vahl. Ceylon. Die Wurzel dient zum Färben. J. Burman, Thesaurus zeylanicus. p. 13. Duchesne l. c. p. 178.

12) Rubiaceen.

Rubia tinctorum L. (= *R. peregrina Murr.*)
R. peregrina L. (= *R. tinctorum With.*)
R. Munjista Roxb. (= *R. cordifolia L.*)
} S. Krapp.

R. chilensis Mol. Chili. Molina, Naturgeschichte von Chili. Deutsche Uebersetzung. Leipzig 1785. p. 118. Molina nennt die Wurzel Relbunröthe. Später wurde von Chamisso und Schlechtendal eine andere *Rubia*-Art als *R. Relbun* beschrieben, deren Wurzel in Chili gleichfalls zum Rothfärben benutzt wird.

R. Manjit Roxb. Indien. Flemming im Berichte über die indischen Farbwaaren in den Asiatic Researches XI. Bancroft l. c. II. p. 482.

R. hypocarpica DC. (= *Valantia hypocarpica L.*). Westindien. Wird dort wie Krapp benutzt.

R. (Garcinia) montevideana. Südamerika. Desgleichen.

Ueber mittel- und nordeuropäische *Asperula*- und *Galium*-Arten, deren unterirdische Theile zum Färben geeignet sind, und zwar über: *Asperula tinctoria L.*, *Galium verum L.*, *G. Mollugo L.*, *G. boreale L.* und *G. aparine L.* s. Böhmer l. c. II. p. 113. Bancroft l. c. II. p. 511.

Morinda citrifolia L. S. Morindawurzel.

M. umbellata L. Indien. Dient dort zum Gelbfärben. S. Duchesne l. c. p. 151. Cat. des col. fr. p. 99. Bancroft l. c. II. p. 516.

M. bracteata Roxb. Indien, Mollukken, Celebes. Miquel, Flora von Nederl. Indië. II. p. 243.

Oldenlandia umbellata Roxb. Indien. Liefert die zum Färben dienliche *Chay*-Wurzel. Roxburgh, Plants of the coast of Corom. I. 2. 3. Bancroft l. c. p. 488 ff.

13) Asperifoliaceen.

Anchusa tinctoria L. (= Alkanna tinctoria Tausch). S. Alkanna.

A. virginica L. Virginien. Wurzel zum Rothfärben. Böhmer l. c. p. 123. Duchesne l. c. p. 98.

Echium violaceum L. Die Wurzel dieser Pflanze soll in Frankreich zum Rothfärben benutzt werden. Duchesne l. c. p. 99.

Lycopsis nigricans Lam. Desgleichen. Duchesne l. c. p. 100.

Onosma echioides L. Wärmeres Europa. Die Wurzel soll einen Theil der Alkanna des Handels liefern. A. Vogl, Commentar der österr. Pharmakopoe. I. p. 355.

14) Solaneen.

Solanum tuberosum L. Kartoffel. Ueber die daraus bereitete Stärke s. oben p. 265.

15) Convolvulaceen.

Batatas edulis Chois. Ueber die Stärke der geniessbaren Knollen dieser Pflanze s. oben p. 278.

B. paniculata Chois. Ostindien, Sundainseln, Neuholland. Die Knollen dieser Pflanze werden wie die der vorigen ihres Stärkemehlgehaltes wegen benutzt. Miquel l. c. II. p. 599.

16) Compositen.

Eupatorium chilense Mol. Chili. Wurzel zum Gerben. Molina l. c. p. 121.

17) Plumbagineen.

Statice coriaria Pallas. Russland. Die Wurzel, »Kermek« genannt, dient in Russland zum Gerben. Auch *St. Limonium L.* liefert »Kermek«. Böhmer l. c. II. p. 404.

St. tatarica L. Sibirien, Tartarei. Die Wurzel dient zum Färben und Gerben. Pallas l. c. I. p. 320. Duchesne l. c. p. 69.

18) Saurureen.

Aponogeton monostachyum L. fil. Indien. Die Knollen liefern Stärke, s. oben p. 245.

19) Cannaceen.

Canna edulis Bot. Reg. *Maranta arundinacea L.* *M. indica Juss.* *M. nobilis Moore.* *M. Allouya Aubl.* *M. Arouma Aubl.*	Ueber das aus den Knollen der genannten Pflanzen dargestellte Stärkemehl s. oben p. 269.

20) Zingiberaceen.

Curcuma longa L. (= *Ammomum Curcuma Murr.*). S. Curcuma.

C. viridiflora L. S. Curcuma.

C. leukorrhiza Roxb. *C. angustifolia Roxb.*	Die Knollen dieser beiden indischen Pflanzen liefern Stärkemehl. Darüber s. oben p. 272.

C. Zedoaria Rosc. Indien. Zittverwurzel. Wird manchmal noch in der Liquerfabrication verwendet.

Zingiber officinale Rosc. (= *Ammomum Zingiber L.*). S. Ingwer.

Alpinia Galanga Sw. S. Galgant.

21) Orchideen.

Orchis Morio L. *O. militaris L.* *O. ustulata L.* *O. mascula L.* *O. variegata L.* *O. maculata L.* *O. latifolia L.* *O. fusca Jacq.* *O. saccifera Brogn.* *O. coriophora L.* *O. longicruris Link.* *Gymnadenia conopsea R. Br.* *Anacamptis pyramidalis Rich.* (= *O. pyramidalis L.*)	S. Salep.

22) Irideen.

Iris florentina L. *I. pallida L.*	S. Veilchenwurzel.

I. germanica L. Mitteleuropa. Soll auch Veilchenwurzel liefern. Berg, Pharmaceutische Waarenkunde. p. 109.

23) Aroideen.

Acorus calamus L. S. Kalmuswurzel.

Arum esculentum L. *A. maculatum L.* *Colocasia esculenta Schott.*	Ueber das Stärkemehl der Knollen dieser Pflanzen s. oben p. 280.

24) Gramineen.

Andropogon muricatum Retz. (= *A. squarrosum L.*). Aus der Wurzel wird ein ätherisches Oel gewonnen, welches als Vétiver in den Handel kommt und in der Parfümerie angewendet wird. Guibourt, Histoire des drogues etc. II. p. 102.

A. citriodorum H. P. (= *A. Nardus Pers.* *A Iwarancusa Roxb.*	Die Wurzeln dieser beiden indischen Gräser liefern wahrscheinlich das grass oil und citronelle oil des Handels.

Specielle Betrachtung der technisch verwendeten unterirdischen Pflanzentheile.

1. Die Seifenwurzeln (*Radices saponariæ*).

Die gegenwärtig im Handel vorkommenden Seifenwurzeln stammen von zwei Pflanzen aus der Familie der Sileneen, von *Saponaria officinalis* und *Gypsophila Struthium* ab; erstere liefert die gemeine (*rad. saponariæ rubræ*), letztere die egyptische Seifenwurzel (*r. s. ægyptiacæ* oder *r. s. levanticæ*). Ausser den in der oben p. 632 mitgetheilten Uebersicht angeführten Sileneen (Caryophyllineen), deren Wurzeln bereits ausser Gebrauch gesetzt wurden oder doch nur mehr eine locale Anwendung finden, existiren noch zahlreiche andere Pflanzen derselben Familie, die ihres Saponingehaltes wegen als Seifenwurzeln verwendet werden können.

Die beiden Seifenwurzeln sind unter den saponinhaltigen Pflanzenstoffen am längsten bekannt und werden unter allen zum Waschen dienenden Pflanzenstoffen noch immer am stärksten angewendet, obschon einige andere käufliche Pflanzenstoffe, z. B. die Quillajarinde[1]), reicher an Saponin sind.

Die Verwendung beider Arten von Seifenwurzeln ist alt[2]).

Saponaria officinalis, das Seifenkraut, ist über den grössten Theil Europas verbreitet, kommt auch in Kleinasien, im mittleren Sibirien und in den östlichen Ländern Nordamerikas vor. Die Wurzel wird im Herbste oder Frühlinge gesammelt. Junge Hauptwurzeln sind besser

---

1) Hierüber und über andere saponinhaltige Pflanzenstoffe s. oben p. 497.
2) S. Böhmer l. c. I. p. 774.

als alte und als Nebenwurzeln und Ausläufer (Stolonen). Das beste Product besteht aus den Hauptwurzeln 1—2jähriger Pflanzen. Sie haben eine Dicke von 4—9 Millim. und unterscheiden sich von Ausläufern dadurch, dass sie markfrei erscheinen.

Die gemeine Seifenwurzel zeigt im trockenen Zustande folgende Eigenschaften. Sie ist stielrund, längsrunzelig, mit einem braunen, dünnen, abblätternden Kork überdeckt, unter welchem die weisse, hornartige Mittel- und Innenrinde zu liegen kommt, an die sich der spröde Holzkörper anschliesst. Den ziemlich deutlich geschiedenen Jahrringen lässt sich das Alter der Wurzel entnehmen. Die Wurzel ist geruchlos und besitzt einen süsslichen Geschmack. Cultivirte Wurzeln schmecken milde; wildwachsende zeigen einen stark kratzenden Nachgeschmack.

Ueber die anatomischen Verhältnisse der gemeinen Seifenwurzel liegt eine Arbeit von A. Vogl[1]) vor, auf welche sich die hier folgende mikroskopische Characteristik dieser Drogue stützt. — Die Wurzel lässt blos Rinde und Holz unterscheiden. Mark und Markstrahlen fehlen. Die Rinde setzt sich aus Aussen-, Mittel- und Innenrinde zusammen. Die Aussenrinde besteht aus mehreren Reihen brauner Peridermzellen, an welche sich nach innen 2—3 Reihen von Kork-Mutterzellen anschliessen. Die Mittelrinde ist ein von luftführenden Intercellularräumen durchsetztes Parenchym. Die äusseren Zellen dieser Gewebsschicht sind grösser als die inneren; jene heben sich von der Aussenrinde ab, diese gehen unmittelbar in die Innenrinde über. Letztere gleicht in der Breite der Mittelrinde und besteht aus dünnwandigen, prismatischen Zellen, welche mit Siebröhren-Reihen abwechseln und in eine deutliche Cambiumschicht übergehen. Der Holzkörper setzt sich aus dünnwandigen, im Querschnitt quadratischen oder polygonalen Holzzellen zusammen, zwischen welchen zahlreiche gelbwandige Gefässe verlaufen. Die Rinde der Stolonen zeigt viel Aehnlichkeit mit der Rinde der echten Wurzeln, unterscheidet sich aber von letzteren sofort durch den Besitz deutlicher Markstrahlen, welche die Bastbündel auseinander halten. Der Holzkörper setzt sich vorzugsweise aus dickwandigen Holzzellen (Libriform), ferner aus Gefässen und dünnwandigen Holzzellen zusammen, welche in von deutlichen Markstrahlen durchzogene Holzbündel vereinigt sind. Das Mark besteht aus relativ grossen, dünnwandigen, ellipsoidischen Zellen. Die innerste Partie des Markes ist häufig resorbirt. — Im Inhalte aller Parenchymzellen kommt, nach Vogl, das Saponin in formlosen Klumpen vor. Im Inhalte einzelner Zellen der Mittelrinde treten grosse Krystallrosetten

---

1) Zeitschrift des österr. Apothekervereins. Jahrgang 1865. p. 460 ff.

von oxalsaurem Kalk auf, die auf dem Querschnitt schon mit der Loupe unterscheidbar sind.

Gypsophyla Struthium L. kommt in Südeuropa und Nordafrika vor. Die mit bräunlichgelbem dicken Kork versehene längs- und querrunzelige, bis 4 Cent. dicke Wurzel dieser Pflanze, erscheint im Handel gewöhnlich ganz oder theilweise entrindet und in schief abgeschnittenen, 1—3 Cent. im Durchmesser haltenden Scheiben, die sich von zerschnittener gemeiner Seifenwurzel nicht nur durch die Grösse, sondern auch durch den strahligen Bau des Rinden- und Holzkörpers unterscheiden.

Ich gebe hier in Kürze die anatomischen Verhältnisse der egyptischen Seifenwurzel nach A. Vogl's Untersuchungen. — Die Aussenrinde ist stark entwickelt und fasst etwa 20 Zellreihen. Die Mittelrinde setzt sich aus radial zusammengedrückten Zellen zusammen, zwischen welchen lufterfüllte Intercellulargänge auftreten. Die Innenrinde überragt die Mittelrinde um das Doppelte und besteht aus nach aussen spitz zulaufenden Bastbündeln, zwischen welchen Markstrahlen liegen. Die Bastbündel bestehen vorwiegend aus Siebröhren. Der Holzkörper setzt sich aus zahlreichen, von Markstrahlen auseinander gehaltenen Holzbündeln zusammen, welche vorwiegend aus Holzparenchym gebaut sind. In einer aus diesem Gewebe bestehenden Grundmasse liegen einzelne Netzgefässe und Holzzellenbündel. Mark fehlt. Das Saponin soll hier ebenfalls in formlosen Klumpen die Parenchymzellen erfüllen. In einzelnen Zellen treten Krystallaggregate von oxalsaurem Kalk auf.

Die beiden Arten von Seifenwurzeln enthalten Cellulose, Gummi, Zucker (wie Rochleder zuerst beobachtete), Harz, Saponin[1]), Apfelsäure, oxalsauren Kalk und Mineralbestandtheile, darunter Kali. Stärke ist bis jetzt in den Seifenwurzeln nicht beobachtet worden.

Die Seifenwurzeln werden technisch zum Waschen von Garnen, Geweben und Zeugen, welche eine Reinigung durch Seifenlösung nicht vertragen, benutzt.

2. Runkelrübe.

Diese Wurzel, auf deren Verarbeitung die europäische Zuckerfabrication beruht, soll hier vornehmlich blos vom naturgeschichtlichen Standpuncte betrachtet werden. Die Chemie der Runkelrübe, ihre Cultur und Aufbewahrung, sowie ihre Verarbeitung finden in Techno-

1) Nach älteren Angaben (Murray, Apparatus medic. III. p. 507) wurden früher auch die Blätter von *Saponaria officinalis* zum Waschen benutzt und dürften gleich den unterirdischen Organen Saponin führen.

logien und in besonderen der Zuckerfabrication gewidmeten Werken [1]) eine eingehende Behandlung, während in derartigen Werken die Naturgeschichte der Runkelrübe nur ungenügend erörtert wird.

Die Runkelrübe ist die Wurzel des Mangolds, *Beta vulgaris Koch*, einer an den Mittelmeerküsten, an den Küsten Portugals und Englands wildwachsenden Pflanze, welche durch Cultur in zahlreiche Varietäten zerfiel. Die jetzt noch wildwachsende Stammform wurde von Linné und M. Bieberstein als *Beta maritima* beschrieben; jetzt fasst man sie aber nur als Spielart der formenreichen Species *Beta vulgaris Koch* (*B. v. α maritima Koch*) auf. Die Stammform bildet eine durch rübenartige Wurzeln ausgezeichnete Formenkette, welche Koch als *B. v. rapacea* zusammenfasst. In diese Formenreihe gehört die als Viehfutter (Futterrübe) und zur Zuckergewinnung (Zuckerrübe) dienende Runkelrübe und die bekannte rothe Rübe.

Schon in den dreissiger Jahren unseres Jahrhunderts hat man mehrere Formen der Runkelrübe unterschieden, nämlich die weisse (*B. v. r. alba*), die gelbe (*B. v. r. lutescens*) und die geringelte (*B. v. r. zonata*); letztere mit rother Schale und auf dem Querschnitt mit weissen und rothen Ringen [2]). — In neuerer Zeit hat F. Knauer [3]) versucht, die cultivirten Runkelrüben auf folgende fünf Formen zurückzuführen.

1. Die französische Rübe. Wurzel spindelförmig, Rinde weiss, Fleisch weiss und fein. Der sogenannte Kopf dieser Rübe ist klein und befindet sich unter der Erde. Ausgezeichnete Sorte.

2. Die Quedlinburger Rübe. Die Gestalt der Wurzel wie bei der vorigen. Rinde stets mit röthlichem Anflug, Fleisch fein, weiss, häufig auch röthlich. Kopf klein, gewöhnlich nicht über der Erde stehend. Frühe reifend, sehr zuckerreich.

3. Die schlesische Rübe. Am häufigsten von allen Spielarten als Zuckerrübe gebaut. Wurzel birnförmig, mit grossem, etwa den halben Durchmesser der Rübe breitem, über dem Boden stehendem Kopfe. Fleisch weiss, etwas in's grünliche fallend, grob, spröde. Der Boden liefert einen hohen Ertrag an dieser Rübensorte, welche indess zuckerärmer als die beiden vorigen ist.

4. Die sibirische Rübe. Wurzel birnförmig. Kopf, ebenfalls über dem Boden, breiter als bei der vorhergehenden. Fleisch grob, spröde, gelblich. Die zuckerärmste von den vier genannten Sorten. Bodenertrag an dieser Rübensorte ebenfalls bedeutend.

---

1) Z. B. Fühling, Der practische Rübenbauer. Gekrönte Preisschrift. Bonn 1863. Walkhoff, Der practische Rübenzuckerfabricant. Braunschweig 1867.

2) Bischof, Botanik. III. 1. p. 302 ff.

3) Zeitschrift des Vereins für Rübenzuckerindustrie 1866.

5. Die Imperialrübe. Wurzel lang, birnförmig; Kopf klein, meist unter der Erde. Fleisch reinweiss, zart. Die Pflanze, welche diese zuckerreichste aller Rüben liefert, ist an den stark krausen Blättern leicht kenntlich. Die von Knauer sehr empfohlene Electoralrübe ist aus der Imperialrübe durch Züchtung entstanden und unterscheidet sich von ihr durch einen weniger schlanken, mehr gedrungenen Bau, und hat den Vortheil, auch auf geringerem Boden gut fortzukommen.

Aus der grossen Zahl chemischer Untersuchungen, welchen die Runkelrüben unterworfen wurden, hat sich Folgendes über deren Zusammensetzung ergeben. Wasser: 79—88 Proc., Cellulose und Pectose: 4 Proc., Rohrzucker: 9—18 Proc., Aschenmenge: 0.5—1.2 Proc. 70—80 Proc. der Asche sind in Wasser löslich (Chlorkalium, Chlornatrium, kohlensaure Alkalien), der Rest enthält Kalk, Magnesia, Eisenoxydul, Manganoxydul, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kieselsäure. Die Menge der Eiweisskörper in der frischen Rübe schwankt swischen 0.004—1 Proc. Ausserdem wurden in der Runkelrübe noch aufgefunden: Asparagin, Asparaginsäure (?), Citronsäure, Oxalsäure, ein vegetabilisches Alkaloïd, Gummi, Fett, ein Chromogen, in den gefärbten Rüben Farbstoff und noch einige andere noch ungenau gekannte Substanzen.

Anatomischer Bau der Runkelrübe[1]). Die verschiedenen Sorten der Runkelrüben stimmen im anatomischen Baue fast gänzlich mit einander überein.

Die Rübe ist von einem Periderm umschlossen, welches sich aus 2—6 Lagen tangential abgeplatteter Zellen zusammensetzt, und makroskopisch entweder weisslich bis gelblich (weisses Periderm), oder bräunlich (braunes P.) erscheint. Braunes Periderm findet sich an allen Wundstellen, ferner an dem den Boden überragenden Kopf der Rübe. Runkelrüben, welche sich völlig im Boden entwickeln, sind deshalb stets relativ arm an braunem Periderm. — Die Zellen dieses Gewebes sind plättchenförmig und parallel zur Axe des Organs stark in die Länge gestreckt. Ihre mittlere Länge beträgt 0.054, ihre Breite circa 0.039, ihre Dicke beiläufig 0.009 Millim. Im Mikroskop erscheinen ihre Zellen gelblich (weisses Periderm) oder bräunlich (braunes P.). Im Inhalte tritt eine grössere oder geringere Menge einer feinkörnigen bräunlichen Masse auf. Mit Jod und Schwefelsäure behandelt, nehmen die Membranen und der Inhalt der Zellen eine hellbraune Farbe an. — Die Zellen des braunen Periderms sind reicher an Korksubstanz, als die des weissen.

Das Grundgewebe der Runkelrübe trägt durchwegs einen parenchyma-

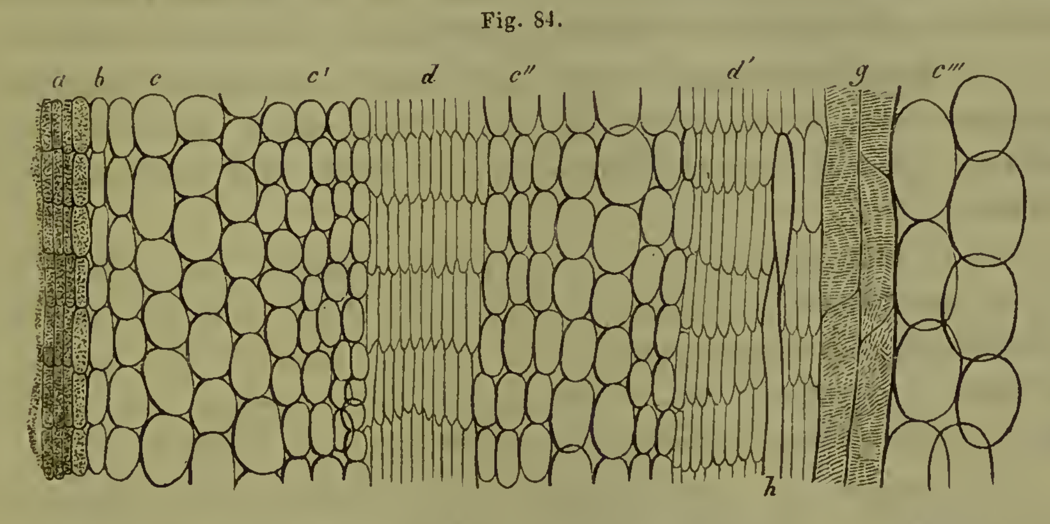
1) Payen, Précis de Chimie indust. II. und Techn. Mikrosk. p. 241 ff.

tischen Character. Im Innern der Rübe bildet es das Mark und durchschneidet die unten zu besprechenden Gefässbündelzonen in Form von Markstrahlen, welche unmittelbar in das dem Periderm benachbarte Rindenparenchym übergehen. Ein dem Mark und den Markstrahlen analoges Parenchymgewebe alternirt mit den Gefässbündelzonen. Alle drei Gewebe werden hier als Parenchym zusammengefasst.

Das Rindenparenchym besteht stets aus zwei Schichten. Die äusserste Lage setzt sich aus stark abgeplatteten Zellen zusammen, aus denen zweifellos die Zellen des Periderms hervorgehen. Diese Zellen sind also Korkmutterzellen. Hieran reihen sich wenig abgeplattete Zellen, welche entweder Chlorophyll (Kopf der Rübe) führen, oder statt dessen einen röthlichen oder ungefärbten Zellsaft führen. Die Wände sämmtlicher Rindenparenchymzellen zeigen die Reaction der Cellulose. Die äussersten Wandpartien (Intercellularsubstanz) bestehen aus Pectose.

Das Parenchym besteht aus rundlichen bis polyedrisch abgeplatteten, dünnwandigen, mehr oder minder in die Länge gestreckten Zellen, deren innere Wandtheile aus Cellulose, deren äussere Wand-

Fig. 84.



Vergr. 120. Radialer Längsschnitt durch die Runkelrübe. *a* Periderm, *b c c' c'' c'''* Parenchym, *d d'* Cambium, *h* Holzzellen, *g* Porengefässe.

partien (Intercellularsubstanz) aus Pectose bestehen. Im Inhalte der Zellen findet sich ein wässeriger Zellsaft, in welchem ein feinkörniges Protoplasma, ferner häufig noch ein Zellkern, seltener Stärkekörnchen anzutreffen sind. Die im Rübensafte gelöst vorkommenden Substanzen (Rohzucker, Oxalsäure, Citronsäure etc.) treten im Zellsafte auf. Darin ist auch eine durch Alkalien sich gelb-, durch Eisenchlorid sich schmutzig grünfärbende Substanz (Gerbstoff) nachweisbar. — Ueber den Sitz des Gummi, des Asparagins, des oben genannten Alkaloïdes und ätherischen Oels in den Geweben der Rübe ist noch nichts bekannt. Die kleinen in der Rübe auftretenden Fettmengen haben merkwürdiger Weise ihren Sitz in der Zellwand.

Die das Mark bildenden Parenchymzellen sind ziemlich gleichmässig nach den drei Richtungen des Raumes hin ausgebildet. Die Zellen der mit den Gefässbündeln alternirenden Parenchymzonen zeigen aber bereits die Tendenz, sich parallel zur Axe der Rübe zu strecken; diese Tendenz tritt desto mehr hervor, je mehr diese Zellen dem Cambium des Gefässbündels sich nähern. Die an das Cambium angelehnten Elemente des Parenchyms sind sehr auffällig in die Länge gezogen. Diese Zellen sind als Hauptsitz des Zuckers anzusehen. Die Markstrahlenzellen zeigen hier und dort sehr stark die Neigung zur radialen Streckung und radialen Abplattung. — Die nahezu isodiametrischen Parenchymzellen haben einen Durchmesser von 0.025 — 0.252, meist von nahezu 0.052 Millim. Die zuckerreichen, dem Cambium benachbarten Parenchymzellen weisen eine Länge von 0.054 — 0.089 und eine Dicke von 0.014 — 0.022 Millim. auf.

Das Gefässbündelgewebe (Prosenchymgewebe) tritt in der Runkelrübe, wie schon erwähnt, in Zonen auf, welche mit Parenchymschichten alterniren und radial von Markstrahlen durchsetzt werden.

Jede Gefässbündelzone besteht aus einem nach aussen gekehrten Cambium- und einem gegen die Axe zugekehrten Holztheil. Die äusserste, jüngste Prosenchymzone besteht häufig blos aus dem Cambialtheile.

Die Cambiumzellen sind in die Länge gestreckt (ihre Länge beträgt 0.090—0.176, ihre Dicke 0.009—0.015 Mm.), sehr dünnwandig, mit feinkörnigem Plasma gefüllt. Sie sind als Hauptsitz des Eiweisses der Rübe anzusehen. Die Wand dieser Zellen besteht bis auf die äusserste aus Pectose zusammengesetzte Schicht aus Cellulose.

Im Holztheil des Gefässbündels sind Holzzellen und Gefässe zu unterscheiden. — Die nur schwach verholzten, in ihren Membranen Cellulose, Holzsubstanz und Pectose enthaltenden Holzzellen führen gleich den Gefässen Luft, daher die querdurchschnittenen Holzgewebszonen der Rübe schneeweiss erscheinen. Die Länge dieser Zellen beträgt im Mittel 0.036, die Dicke 0.014—0.026 Millim. — Die Gefässe sind porös verdickt (Poren- und Netzgefässe); ihre Wände zeigen chemisch das gleiche Verhalten wie die Holzzellenmembranen der Rübe. Ihr Querdurchmesser beträgt 0.025—0.075 Millim.

3. Columbowurzel (*Radix Calumba*).

Diese medicinisch benutzte Wurzel enthält Berberin, und verdient, seit Einführung der Salze des letzteren in die Färberei, wohl auch

technischerseits Beachtung, weshalb ich hier eine kurze, auf Flückiger's[1]) und A. Vogl's[2]) Untersuchungen fussende Schilderung dieser Drogue folgen lasse.

Die Columbowurzel ist die getrocknete Wurzel von *Menispermum Calumba Roxb.*, einem in Ostafrika wildwachsenden, in Indien, auf den Sechellen und auf Mauritius cultivirten Klimmstrauche. Die Seitenwurzeln werden in dünne, etwa 0.5—1 Cent. dicke, und 3—8 Cent. im Durchmesser haltende Querscheiben von kreisförmigen oder elliptischen Umriss, zerschnitten.

Ein bräunliches, manchmal grünliches Periderm umschliesst die etwa 5—8 Millim. dicke Rinde. Daran reiht sich eine feine Cambiumzone, welche die Rinde von dem marklosen Holzkörper trennt. Unter dem Periderm liegt ein citrongelbes Rindengewebe. Auch das Holz ist gelb und wird wie die Rinde von dunklen, bräunlichen Markstrahlen durchzogen. Die Schnittfläche wird durch Kalilauge braunroth gefärbt.

Die Aussenrinde ist ein braungelbes Periderm, die Mittelrinde besteht aus einem parenchymatischen Gewebe, in dessen Peripherie sklerenchymatische Zellen (Steinzellen) eingebettet sind. Die Innenrinde bildet ein von luftführenden Intercellularräumen durchzogenes, aus kleinen stärkemehlführenden Parenchymzellen bestehendes Gewebe, welches in radialer Richtung von Siebröhrenbündeln durchzogen ist. Der Holzkörper ist ähnlich der Innenrinde gebaut, nur sind die parenchymatischen Zellen radial angeordnet, und von 0.08—0.16 Mm. weiten gelben Netzgefässen durchsetzt. — Im Inhalte der Parenchymzellen treten grosse, etwa 0.04 — 0.06 Millim. im Durchmesser haltende Stärkemehlkörnchen auf. Nach Flückiger wären die Gefässe noch weiter, die Stärkemehlkörnchen noch grösser.

Die Wurzel hat einen stark bittern Geschmack. Sie färbt Wasser allsogleich gelb.

Ausser den gewöhnlichsten Bestandtheilen der Pflanzen enthält die Columbowurzel noch Columbin, Berberin, Columbosäure, Pectin, Gummi und Salpeter. — Das Columbin oder Columbobitter löst sich schwer in Wasser, leichter in Aether und Alkohol, krystallisirt und ist indifferent. Das Berberin characterisirt sich als ein vegetabilisches Alkaloïd; es dürfte in der Drogue an Columbosäure gebunden sein, welche amorph, gelb, in Wasser unlöslich ist, und gleich dem Columbin und dem Berberin einen bitteren Geschmack besitzt. Der chemischen Zusammensetzung der drei bitteren in der Columbowurzel enthaltenen

1) Pharmakognosie p. 236 ff.

2) Commentar zur österr. Pharmakopoe. I. p. 353.

Substanzen (Columbin = $C_{42}H_{44}O_{14}$; Berberin = $C_{20}H_{17}NO_4$; Columbosäure = $C_{22}H_{24}O_7$ — $C_{42}H_{44}O_{14} + NH_3 = C_{20}H_{17}NO_4 + C_{22}H_{24}O_7 + 3 H_2O$ —) lässt sich entnehmen, dass sie in genetischem Zusammenhange stehen. — Die Wurzel liefert etwa 6 Proc. Asche.

4. Krapp (Färberröthe).

Der Krapp ist bekanntlich eines der wichtigsten Farbmaterialien. Den Griechen [1]) und Römern bekannt, verlosch später seine Verwendung in Europa, bis vor etwa drei und einem halben Jahrhundert die Cultur des Krapps plötzlich in Holland erblühte und sich von hier aus über die meisten Länder Europas verbreitete [2]). Gegenwärtig wird Krapp vorzugsweise in Holland (Seeland, Südholland), Frankreich (Avignon), Deutschland (Elsass, Schlesien, Pfalz) und Italien gebaut. In allen übrigen Ländern Europas wird nur wenig Krapp gewonnen. Grosse Quantitäten von Krapp (Lizari, Alizari) kommen aus der Levante zu uns. Der in Nord- und Südamerika, in neuerer Zeit auch in Australien (Neusüdwales) gebaute Krapp ist für den europäischen Handel bedeutungslos. Hingegen liefert Indien eine Krappsorte für die englische Industrie.

Der Krapp ist die Wurzel mehrerer *Rubia*-Arten. Am meisten wird in Europa die im Süden unseres Welttheils einheimische Färberröthe, *Rubia tinctorum*, gebaut. *R. peregrina*, eine westasiatische Pflanze, liefert den levantinischen Krapp, wird aber manchmal auch in Europa, z. B. in der Provence cultivirt. Indien und Südamerika haben ihre eigenen Krapparten [3]). Der Krapp von Neusüdwales, den ich in Proben von der letzten Pariser Weltausstellung untersuchte, stammt von *Rubia tinctorum* und auch der nordamerikanische scheint gleichen Ursprungs zu sein.

Ich werde mich im Nachfolgenden blos darauf beschränken, den Krapp von *Rubia tinctorum* und *R. peregrina* zu besprechen, und im übrigen blos die Wurzel von *R. Munjista Roxb.* noch in Betracht ziehen, weil die letztgenannte Drogue wegen ihrer Benutzung in England unter allen aussereuropäischen Krapparten die einzige ist, welche unser Interesse in Anspruch nimmt.

Die gewöhnlich durch Setzlinge fortgepflanzte, seltener aus Samen gezogene *Rubia tinctorum* liefert nach zwei Jahren bereits Farbwurzeln.

---

1) In Griechenland wird in neuerer Zeit und zwar am Phalerus und Piræus, bei Chalscis, Vrachori und auf Aegina wieder Krapp gebaut. (Heldreich, Die Nutzpflanzen Griechenlands. Athen 1862. p. 29).

2) Ueber die Geschichte des Krapps s. Bancroft l. c. II. p. 267 ff.

3) S. oben p. 633.

Die Wurzeln von *R. peregrina* lässt man mehrere Jahre im Boden. Die Wurzeln der ersteren sind nur einige Millim. dick, während die Wurzeln der letzteren einen Durchmesser von einem Centimeter und darüber erreichen.

Im anatomischen Baue stimmen die Wurzeln der beiden genannten *Rubia*-Arten sehr nahe überein. Auch kommen sowohl unter beiden Krapparten neben den Wurzeln noch unterirdische Ausläufer (Stolonen) vor, die in der Farbe und bei flüchtiger Betrachtung auch im übrigen Aussehen den Wurzeln gleichen, sich aber durch die Anwesenheit von Knospen, noch sicherer durch den Besitz eines deutlichen Markes von den echten Krappwurzeln unterscheiden lassen. Die Wurzeln sind farbstoffreicher als die Stolonen.

Die 20—30 Cent. lange, 5—12 Mm. dicke Krappwurzel lässt deutlich Rinde und Holz unterscheiden. Die mit feinen Wurzelfasern hier und dort besetzten Stücke haben einen flach welligen Verlauf. Das Mark ist verschwindend klein, nie makroskopisch nachweisbar, in der Hauptwurzel oft resorbirt. Die Aussenrinde erscheint dem freien Auge als ein rothbrauner, längsrunzeliger Kork, welcher, wie das Mikroskop lehrt, aus einer Schicht prismatischer, tangential etwas abgeplatteter, bräunlicher Zellen besteht. Die Mittelrinde setzt sich aus weiten, ebenfalls tangential abgeplatteten Parenchymzellen zusammen, die gegen die Innenrinde hin an Grösse abnehmen. Die Innenrinde besteht aus, durch schmale, einzellige Markstrahlen auseinander gehaltenen Bastbündeln, welche in einem parenchymatischen Grundgewebe faserige Elemente (Siebröhren) führen. Der Holzkörper erscheint am Querschnitt, selbst bei mikroskopischer Betrachtung, markstrahlenlos, und setzt sich aus einem von zahlreichen weiten Tüpfelgefässen (maximale Weite derselben bis 0.094 Millim.) durchsetzten Holzparenchym zusammen. Gegen die Axe des Holzkörpers zu gesellen sich zu den Zellen dieses Gewebes kleine Holzzellenbündel.

Die Stolonen zeigen einen ähnlichen Bau, nur ist das Periderm dünner und das rothe Mark verbindet sich mit den Bastmarkstrahlen durch den relativ schwachen Holzkörper hindurch. Das Mark ist oft scharfeckig-polygonal umschrieben.

Alle Membranen der Gewebe trockenen Krapps sind gelb bis roth gefärbt. Die Krappfarbstoffe kommen indess in der lebenden Krappwurzel in den Zellsäften gelöst vor und tingiren erst beim Eintrocknen die Zellwände und die im Innern der Zelle zurückgebliebenen Protoplasmareste. In vielen Zellen der Rinde erscheinen rothbraune Harzkörner, in den Parenchymzellen der Innenrinde auch oxalsaurer Kalk in Form feiner, dicht nebeneinander gestellter, nadelförmiger Krystalle.

Rubia Munjista Roxb., wird in Bengalen stark gebaut und in Indien häufig zum Rothfärben angewendet[1]. Im englischen Handel erscheint die Wurzel dieser Pflanze als »Madder root, Bombay« und bildet neben Alizari und italienischem Krapp die billigste Sorte von Färberröthe[2].

Der ostindische Krapp ist von dem gewöhnlichen wohl nur schwer zu unterscheiden. Ich habe bei einer allerdings nicht genügend eingehenden Untersuchung folgende Merkmale an ersterem aufgefunden. Der Kork ist licht rothbraun und zieht etwas in's Chocoladebraune, der Holzkörper ist sehr lebhaft orangeroth gefärbt. Die Siebplatten scheinen schärfer ausgeprägt zu sein, und die Gefässe nicht jene Weite, wie bei unseren Krappwurzeln zu erreichen. Ob eine sichere morphologische Unterscheidung zwischen dem Krapp von *Rubia Munjista* und unseren Krappsorten möglich ist, möchte ich nach dem bis jetzt von mir Gesehenen fast bezweifeln. Hingegen ist nach den unten folgenden Mittheilungen über die chemische Natur des ostindischen Krapps ausser Frage, dass eine chemische Unterscheidung durchführbar ist.

Der Krapp enthält ausser den gewöhnlichen Pflanzenbestandtheilen Rubian, Rubiansäure (Ruberythrinsäure), Rubihydran, Rubidehydran und deren Spaltungsproducte, einen vielen Rubiaceen gemeinschaftlichen Gerbstoff, Rubichlorsäure genannt (Rubiretin), Citronsäure, Pectinstoffe, Oxalsäure an Kalk gebunden, andere Mineralbestandtheile und noch eine Reihe anderer organischer Substanzen.

Das Rubian ist eine braune, amorphe, gummiartige Masse, welche sich in Weingeist und Wasser, nicht in Aether löst, und einen bitteren Geschmack besitzt. Es ist ein Glycosid, welches durch Säuren in Alizarin ($C_{14}H_8O$) und Zucker spaltet. Im Krapp kommt neben dem Alizarin und der Ruberythrinsäure häufig auch Purpurin ($C_{14}H_8O_5$) vor, welches aus dem Alizarin durch Einwirkung von Fermenten zu entstehen scheint[3]. Das Alizarin, dessen Synthese aus Anthracen ($C_{14}H_{10}$) in neuerer Zeit bekanntlich den Chemikern Gräbe und Liebermann geglückt ist[4], ist in wasserhaltigem Zustande ein gelber, krystallisirender Körper, der bei 100 °C. unter Wasserabgabe tiefroth wird und in dichroitischen Krystallen sublimirt. Es ist in Wasser und Weingeist, leichter noch in Aether löslich. Das Purpurin krystallisirt in rothen, wasserfreien Prismen, ist ebenfalls sublimirbar, und verhält sich, Lö-

1) Roxburgh, Flora indica. I. p. 875. Miquel l. c. II. p. 338.
2) Morgan, The British Trade Journal. Februar 1872. p. 135.
3) Wolff und Strecker, Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. 75. p. 20.
4) Berichte der deutschen chem. Gesellschaft. 1868—1870.

sungsmitteln gegenüber, ähnlich dem Alizarin. — Die Ruberythrinsäure krystallirt und spaltet sich gleichfalls in Alizarin und Zucker. Rubihydran und Rubidehydran sind der Ruberythrinsäure ähnliche, amorphe Substanzen, welche dieselben Zersetzungsproducte, wie diese liefern. — Die Rubichlorsäure ist farblos, gelb, amorph. — Das Rubiretin stellt sich nach seinen Eigenschaften zu den Harzen. — Die Menge der Pectinstoffe ist in verschiedenen Krappsorten eine sehr verschiedene. Der holländische Krapp ist so reich daran, dass er mit Wasser übergossen alsbald eine stockende Gallerte bildet, während der schlesische Krapp fast frei von Pectinkörpern zu sein scheint. — Die Menge des Zuckers ist gleichfalls eine schwankende. In einigen Krappsorten steigt der Zuckergehalt über 20 Proc., so dass es sich verlohnt, vor der Benutzung als Farbstoff daraus Alkohol zu gewinnen. — Auch eine campherartige Substanz und ein eigenthümliches Fett (Rubiadipin) sind im Krapp beobachtet worden. — Die Asche mancher Krappsorten ist kalk-, die anderer kieselsäurereich. — Ein weiteres Eingehen in die sehr complicirte Chemie des Krapps wäre hier nicht am Platze, und muss ich mich begnügen, auf die Literatur der Chemie, namentlich auf die einschlägigen Arbeiten Schunk's[1]) zu verweisen.

Der indische Krapp, die Wurzeln von *Rubia Munjista*, enthält neben Purpurin an Stelle des Alizarins eine in unserer europäischen Krappsorte fehlende Substanz, die von Stenhouse[2]) als Munjistin beschrieben wurde. Es krystallisirt, ist leicht sublimirbar, löst sich leicht in Wasser, Weingeist und Aether; in Schwefelsäure mit orangegelber, in Alkalien mit rother Farbe. Das Munjistin ist nach der Formel $C_8H_6O_3$ zusammengesetzt.

5. Die Wurzel der *Morinda citrifolia L.*

Obgleich mir eine etwaige Verwendung dieser für Indien wichtigen Farbwaare in der europäischen Industrie nicht bekannt wurde, so will ich sie hier doch nicht übergehen, da Bancroft's Versuche mit diesem Material sehr befriedigende Resultate gaben, und sie vielleicht doch früher oder später den europäischen Färbereien zugeführt werden dürfte. Rheede und Rumphius haben in ihren bekannten botanischen Werken über Malabar und Amboïna, der *Morinda citrifolia (= Bacudus latifolius Rumph.)* und deren zum Färben dienender Wurzel Erwähnung gethan. Genauere Angaben über letztere und über ihre Anwendung zum Färben in Indien verdankt man W. Hunter[3]). Ueber

1) Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. 66. p. 174; Bd. 81. p. 336; Bd. 87. p. 344.

2) Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. 130. p. 325.

3) Asiat. Researches. IV. p. 35.

die Weise der Anwendung dieses Farbstoffes in unserer Färberei findet man bei Bancroft[1]) sehr anregende Mittheilungen. Eine Characteristik der Drogue habe ich schon früher zu geben versucht[2]).

Morinda citrifolia ist ein in Indien häufig wildwachsender Strauch. Die Wurzeln kommen aus verschiedenen Theilen Indiens, vornehmlich aus Guzerate auf den Markt und führen in den Bazaren Bombay's den Namen Al oder Suringi. Die besseren Sorten der Wurzel haben blos eine Dicke von 4—12 Millim. Mindere Sorten sind auch dicker. Die Länge der Stücke beträgt einige, gewöhnlich 5—10 Centim. Die Wurzelstücke sind an beiden Enden quer oder schief abgeschnitten. Sie lassen deutlich Rinde und Holz unterscheiden. Die Rinde, 1—3 Millim. dick, ist aussen trocken, borkig, fahlbraun, stellenweise lebhaft pfirsichblühroth, auf frischer Schnittfläche schwefelgelb, auf alter orange. Das von deutlichen Markstrahlen durchzogene Holz zeigt dieselben Färbungen, aber in minderer Sättigung. Die Rinde ist der Hauptsitz des Farbstoffes. Letzterer erscheint im Mikroskop theils als fester, in allen Parenchymzellen auftretender goldgelber Inhaltskörper, theils imprägnirt er die Wand der Parenchym- und Holzzellen. Die etwa 0.071 Millim. weiten Gefässe sind ungefärbt. Die unterhalb des braunen Periderms gelegenen Parenchymzellen der Rinde messen in radialer Richtung etwa 0.046, in tangentialer circa 0.058 Millim. Diese Zellen führen zu zweien componirte, häufig mit Farbstoff überzogene Stärkekörnchen, deren Theilkörner im Mittel 0.0075 Millim. lang sind. Die Holzzellen haben eine mittlere Dicke von 0.015 Millim.

Das wässerige Extract der Wurzel ist intensiv orange, das weingeistige grünlichgelb gefärbt. Ersteres wird durch Alkalien carminroth. Durch Säuren wird die ursprüngliche Farbe wieder hergestellt. Die obengenannte rothe Färbung der Rinde wird durch Säuren aufgehoben und kann durch Alkalien wieder hervorgebracht werden, rührt mithin zweifelsohne von dem gelben Pigmente her, das durch das Ammoniak der atmosphärischen Luft oder durch aus dem Rindenkörper entstandenes Ammoniak geröthet wurde.

Anderson[3]) hat in der Wurzel von *Morinda citrifolia* einen krystallisirenden Farbstoff, das Morindin $(=\mathrm{C}_{28}\mathrm{H}_{30}\mathrm{O}_{15})$, aufgefunden.

Die Morindawurzel dient zum Roth-, Gelb- und Orangefärben von Zeugen.

---

1) l. c. II. p. 516 ff.

2) Fachmännische Berichte über die österr. Expedition nach Ostasien. 1872. A. p. 316.

3) Anderson, Ann. der Chemie und Pharmacie. Bd. 71. p. 216.

6. Alkanna.

Hierunter verstand man früher die Wurzel der im Oriente häufig cultivirten *Lawsonia inermis L.*[1]), einem Strauche aus der Familie der Lythraricen. Gegenwärtig kommt unter diesem Namen die auch schon seit Langem benutzte Wurzel von *Anchusa tinctoria* vor[2]), die der echten nunmehr ausser Gebrauch gekommenen Alkanna in der Verwendung gleichkommt und an Güte keineswegs nachsteht.

Anchusa tinctoria kommt im wärmeren Europa und in Kleinasien vor. In Massen wird sie aus Ungarn in den Handel gebracht.

Die Wurzel bildet vielfach aufgespaltene, von schwarzvioletter Borke bekleidete, 10—15 Centim. lange, höchstens 1 Centim. dicke Stücke. Im Innern findet sich ein braunes, in's Rothe ziehendes, schwammiges Mark, das von einem gelblichen Holzkörper umgeben ist, an den sich die Rinde als lockere, sich schuppig abblätternde Masse anschliesst.

Die Rinde besteht aus einem braunvioletten Periderm, welches unmittelbar in die ebenfalls stark gefärbte Mittelrinde übergeht. Die Innenrinde ist makroskopisch vom Holze schwer zu unterscheiden und besteht aus von etwas farbstoffführenden Parenchym umschlossenen dicken, durch deutliche Markstrahlen auseinander gehaltenen Bastbündeln, deren äussere Partie sich aus Bastzellen, deren innere aus Cambiumzellen zusammensetzt. Der Farbstoff hat seinen Sitz im Parenchym der drei genannten Rindenschichten und in den Markstrahlen des Bastes und Holzes. Der Holzkörper besteht vorwiegend aus Holzparenchym, Netz- und Porengefässen.

Der wesentliche Bestandtheil der Alkanna ist das Anchusin oder Alkannaroth, ein purpurrother, durch Ammoniak grün werdender, harziger, amorpher Körper von der Zusammensetzung $C_{17}H_{20}O_4$ oder $C_{35}H_{40}C_8$[3]).

Die Alkanna wird zum Färben von Fetten, Weingeist, Firnissen u. dgl. angewendet.

7. Curcuma.

Curcuma longa L., die Stammpflanze der käuflichen Curcuma, ist in Südasien zu Hause, und wird besonders stark in Indien, auf Ceylon und Java, in neuerer Zeit auch in Westindien und auf Réunion[4]) gebaut.

---

1) Böhmer l. c. II. p. 121.

2) Böhmer l. c. II. p. 122.

3) S. hierüber Bolley und Wydler, Ann. der Chem. und Pharm. Bd. 141.

4) Cat. des col. fr. p. 98.

Durch Cultur entstanden mehrere Varietäten aus der ursprünglichen Art, welche, wie es scheint, *Curcuma*-Sorten von verschiedener Güte liefern. Doch dürften manche Sorten dieser Waare auch von anderen als der genannten *Curcuma*-Species abstammen. So wird z. B. auf Java und Sumatra *Curc. viridiflora Roxb.* ihrer farbstoffhaltigen Knollen wegen gebaut[1]). — Die so häufig anzutreffende Angabe, dass die runde Curcuma des Handels von einer andern Pflanze stamme als die lange, beruht auf einem Irrthum, und scheint durch Bancroft's Werk, welches sich in Betreff der Abstammung von *Curcuma* auf Loureiro stützt, verbreitet worden zu sein[2]). In der That besteht aber der Wurzelstock der *Curcuma longa L.* aus einem runden Mittelknollen, von welchem lange Seitenknollen ausgehen, die am Ende selbst wieder kleine ungefärbte Knöllchen treiben. Die Mittelknollen geben die runde (*Curcuma rotunda*), die Seitenknollen die lange Curcuma (*Curcuma longa*) des Handels. Beide dienen bei uns als Farbmaterialien, in den Productionsländern auch als Gewürz. Die ungefärbten Endknollen werden in Indien zur Stärkegewinnung benutzt.

Die runde Curcuma bildet rundliche, nach einer Seite hin gewöhnlich etwas verjüngte, bis 4 Cent. dicke, durch Blattnarben quer geringelte Knollen, deren undeutliche, kurze Glieder stellenweise mit einem streifigen Korkgewebe und hier und dort mit Wurzelfaserresten bedeckt sind.

Die lange Curcuma ist 1—1.5 Cent. dick, bis 6.5 Cent. lang, minder deutlich geringelt und häufig mit Längsrunzeln bedeckt.

Im Gefüge, in Farbe, Geruch, Geschmack und im anatomischen Bau stimmen runde und lange Curcuma mit einander überein. — Die Knollen sind schwerer als Wasser, hornig auf der Bruchfläche, frisch aufgebrochen gelb bis orange, aussen licht bräunlich, korkartig, häufig mit gelbem Staube überdeckt. Ihr Geschmack ist erwärmend, gewürzhaft, der Geruch aromatisch. — Rinde und Kern sind deutlich getrennt; letzterer gewöhnlich 5—6mal so breit als erstere. Die Rinde wird von einem reich entwickelten, nicht selten aus 10 Zellreihen geformten Periderm bedeckt. Im Uebrigen setzt sich Rinde und Kern aus einem parenchymatischen, von Gefässbündeln durchzogenen Grundgewebe zusammen. Im Kern treten zahlreichere Gefässbündel als in der Rinde auf. Das Parenchym besteht aus polyedrischen, der Länge nach gestreckten, mit Stärke erfüllten Zellen. Die Stärke erscheint nicht mehr in natürlichen Körnchen, sondern verkleistert, was darauf hindeutet, dass die Curcuma bei ihrer Zubereitung erhöhter Temperatur

---

1) Miquel l. c. III. p. 595.

2) S. Bancroft l. c. I. p. 381 und Loureiro, Flora cochinchin. I. p. 9.

ausgesetzt ist; wahrscheinlich werden die Knollen vor dem Trocknen abgebrüht. Der gelbe Farbstoff färbt theils die Zellwände, theils tritt er in formlosen Massen im Inhalte der Parenchymzellen auf. Einzelne dieser Zellen sind ausgesprochene Harzzellen. Die Gefässbündel bieten nichts Bemerkenswerthes dar.

Ausser den gewöhnlichen Pflanzenbestandtheilen enthält die Curcuma ein eigenthümliches ätherisches Oel, ein fettes Oel und einen gelben Farbstoff, das Curcumin. Das flüchtige Curcumaöl scheint ein Gemenge mehrerer ätherischer Oele zu sein. Der zwischen 230—250 °C. übergehende Antheil, den man Curcumaöl genannt hat, ist nach der Formel $C_{10}H_{14}O$ zusammengesetzt[1]. Das Curcumaöl ist gelb, von starkem Geruch und Geschmack. Das fette Oel der *Curcuma longa* wurde von Kachler[2] aufgefunden. Es ist roth, dickflüssig, nicht verseifbar. Das zuerst von Daube[3] genauer untersuchte Curcumin krystallisirt in gelben dichroitischen Prismen, löst sich leicht in Aether und Alkohol, schwer in Benzol, in Alkalien mit rothbrauner, in Säuren mit carminrother Farbe. Die Lösungen in Alkohol und Aether fluoresciren. Der Körper dürfte nach der Formel $n(C_4H_4O)$ zusammengesetzt sein[4].

Die runde Curcuma ist im Allgemeinen der langen vorzuziehen[5]. Nach Flückiger gehört die ausgezeichnete, farbstoffreiche, chinesische Curcuma der Sorte *rotunda* an.

Die Drogue führt auch die Namen Gilbwurz und Safran des Indes[6].

Die Curcuma wird bei uns zum Färben, besonders für Papier, Holz und Leder, zum Färben von Metallfirnissen, in Indien und in England auch als Gewürz, endlich auch medicinisch benutzt.

8. Ingwerwurzel (*Radix zingiberis*).

Die Stammpflanze des Ingwers ist *Zingiber officinale Rosc.*, ein seit alter Zeit in Indien, in neuerer Zeit in Westindien und anderen Tropenländern cultivirtes, wahrscheinlich der Flora des erstgenannten Landes angehöriges Gewächs.

Der Wurzelstock besteht aus dicken Mittel- und ästigen Seitenknollen. Nur die letzteren werden gesammelt.

---

1) Bolley, Suida und Lange, Journ. für pract. Chemie. Bd. 103. p. 474.
2) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. 1870. p. 713.
3) Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. 1870. p. 609.
4) Vgl. Kachler l. c.
5) S. Bancroft l. c. I. p. 381.
6) Cat. des col. fr. p. 98.

Der Ingwer kommt in geschältem, halb- und ungeschältem Zustande auf den europäischen Markt. Der geschälte oder weisse Ingwer gelangt vorzüglich aus Jamaika in den Handel und verdankt seine weisse Farbe häufig einer Chlorbleiche oder einer kurz andauernden Maceration in Kalkwasser. Der ungeschälte Ingwer wird seiner dunklen Rindenfarbe wegen auch schwarzer Ingwer genannt und kommt als Barbados-Ingwer in den Handel. Der bengalische Ingwer des europäischen Marktes ist nur an den flachen Seiten geschält[1]).

Der Ingwer bildet platte, mehr oder minder deutlich astförmig gebogene, manchmal noch stellenweise mit Wurzelfasern besetzte Stücke, von 1—2 Cent. Breite, 5—8 Millim. Dicke und 4—10 Cent. Länge. Stengel- und Blattnarben sind gewöhnlich nicht deutlich wahrzunehmen. Das Gefüge des Ingwers ist mehlig bis hornig, Geruch und Geschmack angenehm aromatisch. Da die den Geruch und Geschmack des Ingwers bedingenden Substanzen vorwiegend ihren Sitz in der Rinde haben, so riecht und schmeckt diese stärker als der Kern.

Die Rinde hat etwa blos den achten Theil der Dicke des Kerns und besteht aus einem mehrreihigen, bräunlichen Periderm, woran sich ein parenchymatisches Grundgewebe schliesst, dessen äussere Partie von Gefässbündeln durchzogen wird, reich an harz- und ölführenden Zellen ist, und dessen innere Partie vorzugsweise Stärkekörnchen führt. Der Kern besteht aus einem parenchymatischen Grundgewebe, dessen Elemente vorwiegend mit Stärke, zum geringeren Theile mit ätherischem Oel (Oelzellen) erfüllt, und das von zerstreuten Gefässbündeln durchsetzt wird. — Die Oelzellen sind kleiner als die stärkeführenden Parenchymzellen. Der Durchmesser der ersteren misst im Mittel dennoch etwa 0.085 Millim. Die Stärkekörnchen sind flach, elliptisch im Umriss und haben einen längsten Durchmesser von 0.022—0.045 Millim. Die Gefässbündel setzen sich aus Treppengefässen und bastartig verdickten Faserzellen zusammen.

Der wesentliche Bestandtheil des Ingwers ist das ätherische Ingweröl (oleum zingiberis), welchem nach Papousek[2]) die Formel $2\,C_{10}H_{16} + 3\,(C_{10}H_{16} + H_2O)$ zukommt. Es ist röthlich gelb, dünnflüssig, siedet bei 246°C. und hat eine Dichte von 0.893. Der Ingwer liefert etwa 1 Proc. dieses Oels.

Dieses Gewürz wird zur Darstellung eines ätherischen Oels, in der Liqueur- und Canditenfabrication und seit alter Zeit in der Medicin benutzt.

---

1) S. Flückiger, Pharmakognosie. p. 173.

2) Journal für practische Chemie. Bd. 58. p. 228.

9. Galgant (*Radix galangæ*).

Ueber die Abstammung dieser chinesischen Drogue ist man noch nicht im Klaren. Die Ableitung von *Alpinia Galanga Swartz* ist eben so ungewiss, als die in neuerer Zeit mehrfach versuchte Herleitung von *Alpinia chinensis Rosc.*[1]).

Durch die rothbraune Farbe, durch eigenthümliche Gestaltverhältnisse und durch sein faseriges Gefüge unterscheidet sich der Galgant schon auf den ersten Blick von allen anderen gewürzhaften Wurzeln und Rhizomen. Er bildet knie- oder astförmige, bis 10 Cent. lange, bis 2 Cent. dicke, cylindrische, durch Blattnarbenreste quer geringelte, aussen braunroth, innen heller gefärbte, durchaus faserige, fast holzige Stücke von aromatischem Geruch und gewürzhaftem, fast brennendem Geschmack.

Höchst auffallend ist die starke Rindenentwicklung des Rhizoms; nicht selten überragt die Rinde an Breite den Kern. Rinde und Kern bestehen aus einem von Gefässbündeln durchzogenen parenchymatischen Grundgewebe. Die Parenchymzellen der Rinde sind grösser als die des Kerns und gehen nach aussen in ein dünnes Periderm über. Im Kern treten die Gefässbündel zahlreicher als in der Rinde auf. — Das Parenchym besteht aus stärke- und harzführenden Zellen; erstere prävaliren. Die Amylumkörnchen sind länglich, unregelmässig geformt, bis 0.038 Millim. lang, deutlich geschichtet, am breiten Ende mit Kern versehen. Die Harzzellen führen Harz, ätherisches Oel und eisengrünenden Gerbstoff; sie sind so gross, dass sie als braunrothe Puncte schon mit der Loupe deutlich gesehen werden. Die Gefässbündel bestehen aus zahlreichen, häufig 5—12, treppenförmig verdickten Gefässen und aus theils dünn-, theils dickwandigen Faserzellen.

Ausser den gewöhnlichen Pflanzenbestandtheilen enthält der Galgant ein ätherisches Oel (oleum galangæ), welches im Geruch und in der Zusammensetzung mit dem Cajeputöl, $C_{16}H_{16}+H_2O$, übereinstimmt, und einen von Brandes[2]) aufgefundenen indifferenten, krystallisirenden, Kämpferid genannten Körper.

Der Galgant wird zur Darstellung des Galgantöls und in der Liqueurfabrication angewendet.

10. Salep.

Der Salep wird seit alter Zeit zu Heilzwecken, im Oriente auch zur Bereitung eines beliebten Getränkes[3]) benutzt. Da er in neuerer

---

1) S. die neuen Pharmakognosien von Flückiger u. A.

2) Archiv der Pharmacie. 2. XIX. p. 52.

3) Heldreich, Die Nutzpflanzen Griechenlands. p. 9.

Zeit auch zum Appretiren von Geweben in Verwendung steht, so kann er hier nicht ganz übergangen werden.

Der Salep besteht aus den saftigen, ungeschrumpften Knollen zahlreicher, oben p. 635 namhaft gemachter mittel- und südeuropäischer Orchideen. Die geschrumpften, welken, stengeltragenden Knollen der Orchideen und die Wurzeln werden von den frischen Knollen getrennt, letztere gereinigt, in siedendes Wasser eingetaucht und dann trocknen gelassen.

In Mitteleuropa liefern folgende einfache Knollen besitzende Orchideen Salep: *O. mascula L.*, *O. militaris L.*, *O. Morio L.*, *O. fusca L.*, *O. variegata L.*, *O. ustulata L.* und *Anacamptis pyramidalis Rich.*; ferner folgende Orchideen mit lappig getheilten Knollen: *O. maculata L.*, *O. latifolia L.* und *Gymnadenia conopsea R. Br.* In Südeuropa scheinen ausser *O. Morio* und *mascula* hierzu noch verwendet zu werden: *O. saccifera Brogn.*, *O. coriophora L.* und *O. longicruris Link* [1]).

Die frischen Salepknollen schmecken bitter und riechen etwas unangenehm. Durch die oben berührte Zubereitungsweise verlieren sie den unangenehmen Geruch und Geschmack; auch verkleistern beim Abbrühen die Stärkekörnchen, und es nehmen beim Eintrocknen die Knollen eine hornartige Beschaffenheit an. Die Knollen haben gewöhnlich eine Länge von 2—3 Cent. *O. fusca* liefert grössere Knollen.

Runder Salep kommt in grösserer Menge als der geschätztere, wenn auch minder ansehnliche, gelappte in den Handel.

Der Salep erscheint im Querschnitt homogen und glänzend.

Die Knollen werden von einem aus bräunlichen, tafelförmigen Zellen zusammengesetzten Epiblem umschlossen. Sonst bestehen sie aus einem grosszelligen parenchymatischen Grundgewebe, dessen Zellen theils Schleim, theils mehr oder minder verkleisterte Stärkekörnchen, auch etwas oxalsauren Kalk in Form von feinen Krystallnadeln enthalten, und das von spärlichen, aus Cambiumzellen und engen Gefässen bestehenden Strängen durchzogen wird. Die Amylumkörnchen sind einfach und besitzen einen mittleren Durchmesser von 0.008 Mm. Nach A. Vogl [2]) treten in den Knollen von *O. militaris* zusammengesetzte Stärkekörnchen auf. Die Menge des Stärkemehls im Salep ist eine so grosse, dass diese Drogue im gepulverten Zustande durch Jodlösung stark gebläut wird.

Die Hauptbestandtheile des Saleps sind: Stärke (25 Proc.) und

---

1) Heldreich l. c. p. 9.

2) l. c. p. 316.

quellbares Gummi (bis 48 Proc.[1]). Ausserdem enthält er etwa 1 Proc. Zucker, 4—6 Proc. Eiweiss, Cellulose, Gerbstoff, ätherisches Oel und liefert 2 Proc. Asche.

11. Veilchenwurzel (*Radix Ireos* oder *rhizoma Iridis*).

Diese ihres angenehmen Geruches wegen in der Parfümerie angewendete Drogue stammt von zwei dem wärmeren Europa angehörigen *Iris*-Arten, von *I. florentina L.* und *I. pallida L.* Es werden sowohl die Rhizome wildwachsender, als cultivirter Pflanzen gesammelt. Rhizome wilder Pflanzen kommen aus Oberitalien in den Handel. Die Cultur der beiden *Iris*-Arten wird um Florenz und Verona, und zu Anglefort, Ain und Gard in Frankreich betrieben. Auch die Iriswurzeln unserer Gärten gelangen getrocknet auf den Markt.

Die besten Veilchenwurzeln kommen von 2—3jährigen Pflanzen. Die Einsammlung geschieht im Herbste. Die im frischen Zustande fleischige Wurzel hat einen stark bitteren Geschmack und einen unangenehmen Geruch. Geschält und rasch getrocknet stellt sich alsbald ein lieblicher, an Veilchen erinnernder Geruch ein. Trockene Veilchenwurzel schmeckt mild.

Die Veilchenwurzel des Handels ist 2—3 Cent. dick, bis 20 Cent. lang, rundlich, plattgedrückt, mit querlaufenden Blattnarben und rundlichen Wurzelnarben bedeckt, weiss, oft mit einem Stich in's Gelbliche, in Folge Reichthums an Stärke fast kreidig im Gefüge. Die grösseren Stücke sind manchmal gabelästig; stets lassen sie eine Gliederung nach Jahrestrieben erkennen. Jeder Jahrestrieb ist an den Enden eingeschnürt.

Das Gewebe der Veilchenwurzel besteht der Hauptmasse nach aus einem grosszelligen stärkeführenden Parenchym. Einzelne stark verlängerte Zellen führen Krystalle von oxalsaurem Kalk, deren Länge bis auf 0.5 Millim. steigt. Im Grundgewebe liegt ein Kreis von Gefässbündeln, aus Cambiumzellen, Netz- und Treppengefässen bestehend.

Im Handel unterscheidet man Veilchenwurzel von Livorno und von Verona. Erstere ist weisser, feiner im Gefüge und duftender als letztere. Sie soll ausschliesslich von *Iris pallida*, die Veroneser Drogue hingegen von *I. florentina* abstammen. — Nach A. Vogl[2]) lassen sich die beiden Sorten von einander durch die Grösse der Stärkekörnchen unterscheiden. Die Amylumkörnchen der ersteren sollen einen maximalen Durchmesser von 0.04, die der letzteren einen Durchmesser von 0.02—0.03 Millim. besitzen.

---

1) Nach Dragendorff, s. Flückiger l. c. p. 184.

2) l. c. p. 315.

Der riechende Bestandtheil ist der von Dumas[1]) zuerst untersuchte Veilchen- oder Iriscampher. Er scheidet sich, wenn Veilchenwurzel mit Wasser destillirt wird, auf dem Destillate in Krystallform ab, löst sich leicht in Weingeist, nicht aber in Wasser auf. Der Veilchencampher hat die Zusammensetzung $C_8H_{16}O_2$. Neben dem Campher kommt in dieser Drogue noch eine kleine Menge eines wohlriechenden, sauerstofffreien, ätherischen Oels vor. Ausserdem enthält die Veilchenwurzel Gummi, Cellulose, Stärke, mehrere Harze und etwas Gerbstoff.

12. Kalmuswurzel (*radix calami* oder *rhizoma calami*).

Die Kalmuswurzel ist der Wurzelstock von *Acarus Calamus L.*, einer über das mittlere Asien und südöstliche Europa verbreiteten Sumpfpflanze, die seit einigen Jahrhunderten verwildert im grössten Theile des mittleren und nördlichen Europas und in Nordamerika vorkommt.

Die Wurzelstöcke werden im Herbste gesammelt, wenn in den Geweben die Reservestoffe sich angesammelt haben. Sie werden dann entweder blos gewaschen und hierauf getrocknet, oder vorerst von der Rinde befreit. Im Handel unterscheidet man zwei Arten, den geschälten und ungeschälten Kalmus; ersterer wird zu medicinischen Zwecken verwendet; letzterer eignet sich wegen seines Reichthums an ätherischem Oel zur Gewinnung von Kalmusöl.

Unentschälter Kalmus bildet längliche, abgeplattete, gewöhnlich etwa 1 Cent. dicke Stücke, an deren matt rothbräunlicher Rinde Blatt-, Blüthenstiel- und Wurzelnarben bemerkbar sind. Die Blattnarben bilden zugespitzte Streifen und verbreiten sich an der Oberseite des Rhizoms gegen die Ränder hin. Die etwas grösseren Narben der Blüthenstiele stehen seitlich, die kreisförmigen, concaven, wellenförmig umschriebenen Wurzelnarben reihenweise an der Unterseite des Rhizoms.

Minder deutlich treten diese Narbenbildungen an dem geschälten Wurzelstocke auf.

Der geschälte Kalmus hat eine weissliche, etwas in's Bräunliche ziehende Farbe und schwammiges Gefüge. Der Geschmack und Geruch ist aromatisch, feiner aber minder stark als der des unentschälten Wurzelstockes.

Am Rhizom des Kalmus kann man Rinde und Kern unterscheiden. Der Kern ist gewöhnlich zwei- bis dreimal so dick als die Rinde.

Die Kalmuswurzel ist aussen von einer einfachen Oberhaut bedeckt; nur über den Narben liegt ein bräunliches Periderm. Der übrige Rindenkörper besteht aus einem geschlossenen Parenchymgewebe, dessen

1) Journ. de Pharm. 2. XXI. p. 191.

Elemente im Querschnitt rundlich oder polygonal geformt und mit kleinen Stärkekörnchen erfüllt sind. — Der Kern des Rhizoms besteht aus einem von lufterfüllten, 0.033 bis 0.180 Mm. weiten Intercellularräumen durchsetzten Parenchym, dessen Zellen in Form und Inhalt mit den Parenchymzellen der Rinde übereinstimmen. Neben den Stärkekörnchen, welche im gesammten Grundgewebe des Rhizoms auftreten und einen Durchmesser von 0.005—0.006 Mm. besitzen, findet sich auch etwas bräunliches Harz und Tröpfchen ätherischen Oels. Im ganzen Grundgewebe, vorwiegend im Kern, treten Gefässbündel von kreisförmigen oder elliptischen Umrisse auf, in denen sich Netzgefässe und Cambiumzellen erkennen lassen.

Ausser den gewöhnlichen Pflanzenbestandtheilen: Cellulose, Stärke, Gummi, Harz, Gerbstoff etc., führt der Kalmus noch ein ätherisches Oel, Kalmusöl (oleum calami), welches nach Schnedermann's Untersuchungen[1]) ein Gemenge mehrerer sauerstoffhaltigen Kohlenwasserstoffe zu sein scheint. Die Dichte des Oels schwankt zwischen 0.89—0.98. Das Oel hat hauptsächlich in der Rinde seinen Sitz. Die Wurzel liefert hiervon etwa 1 Proc.

Der Kalmus dient zur Darstellung des Kalmusöls, in der Liqueur- und Canditenfabrication. Er steht schon seit alter Zeit in medicinischer Verwendung.

---

1) Annalen der Chemie und Pharmacie. XLI. p. 374.

Fünfzehnter Abschnitt.

Blätter und Kräuter.

In diesem Capitel fasse ich die technisch verwendeten grünen Blätter (Laubblätter) und Kräuter zusammen. Die letzteren werden gewöhnlich ihrer grünen Theile wegen benutzt und es zeigt sich in diesem Falle, dass die in den Blättern auftretenden chemischen Individuen, wegen welcher diese Kräuter eine Benutzung finden, nicht nur in diesen, sondern auch in den übrigen grünen Theilen dieser Pflanzen vorhanden sind, allerdings in der Regel in kleineren Quantitäten. Nur wenige Kräuter des Handels, wie z. B. der Wau oder der Sparak des indischen Handels (*Delphinium camptocarpum K. Koch*) führen reichliche Mengen ihrer wesentlichen Bestandtheile in den Blüthen; man schätzt deshalb solche Kräuter nach ihrem Reichthum an Blüthen.

Die Kräuter des Handels, welche eine technische Verwendung finden, erscheinen im Handel meist in einem Zustande, in welchem sie einer Bestimmung im Sinne der systematischen Botanik zugänglich sind. Die technisch verwendeten Blätter treten hingegen meist in zerkleinertem, oft sogar gepulvertem Zustande auf, wie z. B. die Sumacharten: und können dann auf ihre Art nur nach histologischer Methode geprüft werden.

Die Blätter zeigen im Allgemeinen einen sehr übereinstimmenden Bau. An der Oberseite sind sie von einer spaltöffnungsarmen, manchmal sogar spaltöffnungsfreien, an der Unterseite von einer gewöhnlich spaltöffnungsreichen Oberhaut überdeckt. Die Oberhautzellen der Blätter sind stets parallel der Oberfläche des Blattes abge-

plattet, die der oberen Blatthälfte angehörigen gewöhnlich polygonal, die an der Unterseite des Blattes stehenden häufig buchtig oder wellenförmig contourirt. Einzelne Oberhautzellen oder ganze Gruppen von solchen erheben sich zu Papillen, Haaren, Drüsen oder Schuppen. Ueber allen Oberhautgebilden lagert ein zartes, homogenes Häutchen, die Cuticula, die gewöhnlich an den oberen Blattseiten stärker als an den unteren entwickelt ist. Die Aussenwände der Oberhautzellen sind stets stärker als die übrigen verdickt. Die Cuticula unterscheidet sich chemisch von der darunterliegenden Zellwand schon durch ihre grössere Resistenz gegen Lösungsmittel und stark oxydirenden Reagentien. Oberhäute von Pflanzentheilen, welche wie die Stengel von *Equisetum*-Arten zum Poliren, Scheuern etc. verwendet werden, führen in den Membranen so viel Kieselsäure, dass die Zellen nach der Veraschung in morphologisch ungeändertem Zustande als sogenannte Kieselskelette zurückbleiben. Im Inhalte der Oberhautzellen findet sich gewöhnlich kaum mehr als ein farbloser oder gefärbter Zellsaft. Getrocknete Blätter besitzen lufthaltige, saftfreie Oberhautzellen, deren Wände nicht selten durch einen etwa vorhanden gewesenen gefärbten Zellsaft tingirt sind. — Die Oberhaut umschliesst an allen Blättern ein eigenartiges von Gefässbündeln durchzogenes Grundgewebe, Mesophyll genannt. Die obere Schicht setzt sich gewöhnlich aus cylindrischen, senkrecht zur Oberhaut gestreckten Zellen zusammen; die untere Schicht besteht hingegen aus einem von grossen, luftführenden Intercellularräumen durchsetzten Parenchym. Die Zellen des Mesophylls führen reichlich Chlorophyllkörner, sie sind gewöhnlich dünnwandig, nur in manchen Blättern treten, namentlich in der Nähe des Gefässbündels, auch Sklerenchymzellen auf. Manche Blätter führen in einem Theile der Mesophyllzellen Schleim, oder Krystalle von oxalsaurem Kalk oder ätherische Oele, und erscheinen im letzteren Falle, im durchfallenden Lichte betrachtet, häufig schon für das freie Auge punctirt. Für die Characteristik der Rohstoffe dieser Kategorie sind derartige Vorkommnisse oft von hohem Werthe. — Die Gefässbündel bieten für die Characteristik zerkleinerter Blätter weniger Anhaltspuncte als die Oberhaut und das Mesophyll dar; ganze Blätter lassen sich hingegen geradezu am sichersten durch die Ausbildungsweise des Gefässbündels im Blatte (Nervatur) characterisiren.

Uebersicht der technisch verwendeten Blätter und Kräuter [1]).

1) Papilionaceen.

Genista tinctoria L. S. Ginster.

G. ovata Waldst. et Kit. S. Ginster.

G. anglica L. S. Ginster.

Galega tinctoria L. (= *Tephrosia tinctoria Pers.*). Ceylon. Liefert eine geringe Art Indigo. Böhmer l. c. II. p. 78. Bancroft l. c. I. p. 246. Duchesne l. c. p. 269.

Sophora tinctoria L. (= *Baptisia tinctoria R. Br.* = *Podalyria tinctoria Sims.*). Nordamerika. Aus den Blättern wird in Carolina eine Art Indigo bereitet. Mit der Einführung der Indigocultur in Amerika scheint die Benutzung dieser Blätter zu dem genannten Zwecke sehr abgenommen zu haben. Böhmer l. c. II. p. 41.

Amorpha fruticosa L. Junge Triebe dieses Gewächses liefern in Cayenne den Bastartindigo. Bancroft l. c. I. 247. Duchesne l. c. p. 259.

Indigofera tinctoria L. Wird behufs Indigogewinnung nicht nur in Indien und auf Java, sondern auch in Amerika gebaut. Ueber die Heimat dieser wichtigen Culturpflanze sind oftmals Zweifel ausgesprochen worden. Nach Miquel (Fl. v. N. Ind. I. p. 309) ist sie zweifellos ostindischen Ursprungs. Eine Sorte indischen Indigos, Taroem Kajoe genannt, wird nach Junghuhn aus den Blättern eines fruchtbaren Bastarts von *I. tinctoria* mit anderen *Indigofera*-Arten dargestellt.

I. anil L. Diese Art wird in Indien und auf Java stark gebaut. Die Heimat der Pflanze ist zweifelhaft. Miquel spricht (l. c. p. 309) die Vermuthung aus, dass sie nur eine Culturvarietät der *I. tinctoria* ist.

I. argentea L'Her. ist nach Miquel abyssinischen Ursprungs. Linné hielt sie für eine ostindische Pflanze. Wird in Ostindien und Centralamerika stark gebaut.

I. disperma L. Heimat angeblich Indien. Nach Bancroft (l. c. I. 225) liefert diese Pflanze den Guatamala-Indigo.

Ausser diesen, so viel mir bekannt, wichtigsten *Indigofera*-Arten, sollen noch folgende gebaut werden:

---

1) Ueber jene, als solche im Handel nicht erscheinende Blätter, welche Fasern, vegetabilisches Wachs, Aloë und Gambir liefern, s. oben in den betreffenden Capiteln.

I. pseudotinctoria R. Br. liefert nach Simmonds den besten indischen Indigo. Henkel, Naturproducte etc. I. p. 331.

Nach Duchesne l. c. p. 272 ff. (Vgl. auch Böhmer l. c. II. p. 19 ff.):

I. angustifolia L. Indien.

I. arcuata Willd. Indien.

I. caroliniana Walt. Nordamerika.

I. cinerea Willd. Indien.

I. cærulea Roxb. Indien. (Auf Java gebaut. S. auch Junghuhn, Java. p. 184).

I. endecaphylla Willd. Guinea.

I. erecta Thunb. Cap.

I. glabra L. Indien.

I. hirsuta L. (= *I. indica Mill.*). Indien. S. auch Böhmer l. c. II. p. 22.

I. indica Lam. (= *I. emarginata Poir.*). Indien.

I. mexicana L. Neugranada.

Nach Aubry-Lecomt (Cat. des col. fr. p. 102) wird in den Senegalländern *I. emarginata Poir.* cultivirt.

Da ich es aus Gründen, die ich oben p. 33 erörtert habe, für angemessen halte, auf eine Bearbeitung des Indigos in diesem Werke zu verzichten, so sei mir doch erlaubt, im Anschlusse an die Aufzählung jener Gewächse, welche diese wichtige Waare liefern, eine kurze Schilderung ihrer Verarbeitung auf Indigo zu reihen[1]).

Die Indigopflanzen sind wohl die wichtigsten, aber nicht die einzigen Gewächse, welche Indigo liefern, wie das vorliegende Pflanzenverzeichniss weiter unten lehren wird.

Die Einsammlung der Indigopflanzen erfolgt am besten zur Zeit der Blüthe. Die einige Centim. über der Wurzel abgeschnittenen Pflanzen werden entweder sogleich zerkleinert und verarbeitet, oder früher, in Haufen zusammengeworfen, welken gelassen; in einigen Gegenden Indiens, z. B. an der Küste von Coromandel, nach dem Trocknen in Holzbehältern aufbewahrt, bis die anfangs grünen Pflanzentheile stahlblau geworden sind.

Die zerkleinerten Indigopflanzen werden in einer geräumigen Kufe (steeper) mit Wasser übergossen, durch belastete Bretter beschwert und das Ganze durch einige Zeit, oft durch mehrere Tage stehen gelassen, bis die Flüssigkeit intensiv grüngelb geworden ist. Die so ent-

1) Obige Mittheilungen über Indigogewinnung stützen sich auf nachstehende Schriften: Roxburgh, Coromandel Pl. Derselbe, Transact. of the Society of arts etc. T. 28. Miquel, Flora von Nederl. Ind. Derselbe, Sumatra.

stehende Flüssigkeit heisst Nila (Nila water). In einigen Indigodistricten ist es üblich, zur Nila besondere Zusätze zu machen. So z. B. eine Flüssigkeit, welche durch Einweichen der krautigen Theile von *Willughbeia javanica Bl.* oder von *Echites batamensis Bl.* in Wasser gewonnen wurde. — In Sumatra fügt man zu den zerkleinerten Indigopflanzen, nachdem man sie einige Tage in Wasser liegen liess, etwas Kalk und die Blätter eines Farns zu, den man dort Paku Saba nennt. Die grünblaue Flüssigkeit wird aus der Gährküppe in ein untenstehendes Gefäss (beating vat) abgelassen, worin sie, entweder durch grosse Holzlöffel, Ruder oder eingesetzte Schaufelräder, durch 1—3 Stunden in Bewegung gesetzt wird, um sie mit möglichst viel atmosphärischem Sauerstoff in Berührung zu bringen. Die Farbe der Flüssigkeit neigt nun immer mehr und mehr in Blau, indem sich Indigo bildet, der meist jedoch in der Flüssigkeit suspendirt bleibt, und erst nach längerem Stehenbleiben der letzteren, oder nach vorgenommener Erhitzung oder Zufügung von etwas Kalkwasser sich am Boden des Gefässes ansammelt. — Die Abscheidung des Indigos nimmt man gewöhnlich nicht im beating vat, sondern in besonderen, kleineren Gefässen vor. Der sich bildende blaue Niederschlag wird in Tücher geschlagen, abgeseiht und meist in würfelförmige Stücke zerschnitten.

Mucuna prurita Hook. Die Blätter dienen auf Java zum Schwarzfärben. Javanisch: rara weha. Miquel, Fl. v. N. I. I. p. 211.

2) Spiræaceen.

Spiræa ulmaria L. Die Blätter dieser europäischen Pflanze werden in Irland zum Gerben und Schwarzfärben benutzt. Duchesne l. c. p. 256.

3) Rosaceen.

Tormentilla erecta L. Die ganze Pflanze soll in Lappland zum Gerben, die Wurzel zum Rothfärben benutzt werden. Duchesne l. c. p. 256. Nach anderen Angaben dient nicht das Kraut, sondern die Wurzel zum Gerben. Böhmer l. c. II. p. 421.

4) Terebinthineen

Rhus coriaria L. S. Sumach.

R. cotinus L. S. Sumach.

R. typhinum L. Nordamerika. Die Blätter dienen dort zum Gerben. Duchesne l. c. p. 293.

R. pentaphylla Desf. Die Blätter dienen in Algier zum Gerben. Henkel, Naturproducte etc. I. p. 333.

Pistacia lentiscus L. Mittelmeerländer. In Algier wird aus den Blättern ein, angeblich auch in Frankreich benutztes Gerbmaterial, Lentisque genannt, bereitet. Wiesner, Offic. österr. Ausstellungsbericht. V. p. 345.

5) Euphorbiaceen.

Crozophora tinctoria Neck. (= *Croton tinctorium L.*). Südeuropa. Ueber die schon seit langer Zeit geübte Methode, mit dem Safte der grünen Theile dieser Pflanze reine Zeuglappen anfänglich grün, und durch darauf folgende Einwirkung von Ammoniakdämpfen roth zu färben, wodurch die noch jetzt in grosser Menge im Handel vorkommenden Bezetten (Tourensel) entsteht, s. Nissol, Mem. de l'Academie à Paris 1712. Böhmer l. c. II. p. 55. Duchesne l. c. p. 301.

6) Coriarieen.

Coriaria myrtifolia L. S. Sumach.

7) Geraniaceen.

Mehrere Pelargorien, wie es scheint vorzüglich *Pelargorium Radula Ait. P. roseum Willd.* und *capitatum Ait.* werden ihrer wohlriechenden Blätter wegen im südlichen Frankreich (Cannes, Grasse etc.) als Parfümeriepflanzen gezogen.

8) Camelliaceen.

Thea chinensis Sims. China, Asien, Japan. Die Blätter geben den Thee des Handels und dienen auch zur Darstellung des Theïn (Coffeïn). Die Morphologie und Chemie des Theeblattes ist in allen besseren, in neuerer Zeit herausgegebenen Werken über Pharmakognosie zweckentsprechend abgehandelt.

9) Memecyleen.

Memecylon tinctorium Willd., M. capitellatum L. und *M. grande Retz.* Die Blätter werden auf Ceylon zum Gelbfärben benutzt. Duchesne l. c. p. 256 ff.

10) Combretaceen.

Terminalia sp. Die Blätter mehrerer mir nicht näher bekannten *Terminalia*-Arten, wahrscheinlich jener, welche Myrobalanen liefern, sollen in Indien, ähnlich wie bei uns der Sumach zum Gerben verwendet werden. Ich entsinne mich unter den indischen Gerbmaterialien bei der Pariser Ausstellung (1867) die Blätter von *Terminalia Chebula* gesehen zu haben.

11) Rhizophoreen.

Rhizophora Mangle L. Westindien, Südamerika. Auf Martinique und Guadeloupe zum Gerben benutzt. Wiesner, Offic. österr. Ausstellungsbericht. V. p. 345.

12) Salicarieen.

Lawsonia alba Lam. (= *Lawsonia inermis L.* = *Alcanna spinosa Gärt.*) S. Henna.

13) Crassulaceen.

Crassula pinnata L. fil. Die Pflanze dient nach Loureiro (Flora Cochin.) in China und Cochinchina zum Schwarzfärben.

14) Sileneen.

Saponaria officinalis L. Die Blätter des Seifenkrautes sind ihres Saponingehaltes wegen zum Waschen verwendbar (s. oben bei Seifenwurzel p. 638).

Lychnis chalcedonica L. Sibirien. Das Kraut dieser Pflanze dient zum Waschen. Pallas, Reisen. I. p. 125; III. p. 266.

15) Ranunculaceen.

Delphinium camptocarpum C. Koch. Nordpersien. Die blühenden Stengel der Pflanze bilden im zerkleinerten Zustande eine in Persien Gul-i-zalil, im indischen Handel Sparak, Isparik genannte Farbwaare. Wiesner, Fachmännische Berichte über die österr. Exped. nach Ostasien. A. p. 314.

16) Cruciferen.

Isatis tinctoria L.

I. lusitanica L.

Diese beiden Pflanzen liefern den Waid, welcher vor Einführung des Indigos nach Europa in Frankreich und Deutschland zum Blaufärben verwendet wurde. Die grossartige deutsche und französische Waidindustrie ist im 17. Jahrhundert zu Grunde gegangen. Immerhin spielt aber jetzt noch der aus diesen, namentlich aus ersterer Pflanze bereitete Waid eine bedeutende industrielle Rolle, indem derselbe zur Herstellung der Waidküpe in der Indigofärberei noch stark verwendet wird. Die Blätter der Waidpflanzen werden mehrmals im Jahre gesammelt, gewaschen, rasch getrocknet und auf einem Mühlgang zerrieben, hierauf mit Wasser zu einem Teige gemacht, den man in einem freien Raume, vor Regen geschützt, liegen lässt. Die

Masse geräth in Gährung. Nach etwa 14 Tagen knetet man die Masse durch, und formt runde Ballen, die man an luftigen Orten trocknen lässt, daraus. Diese Waidkugeln, welche noch jetzt in grosser Menge in Languedoc, Thüringen, Böhmen und Ungarn erzeugt werden, dienen unmittelbar zum Ansetzen der Waidküpe. — Nähere Mittheilungen über Gewinnung und Eigenschaften des Waid gaben Dingler und Kurrer in der Uebersetzung des Bancroft'schen hier oft genannten Werkes, I. p. 336 ff.

17) Dilleniaceen.

Die rauhen Blätter von *Delima sarmentosa L.* dienen auf Sumatra zum Poliren von Holz und Elfenbein, wie bei uns die Schachtelhalme. Miquel, Sumatra. p. 101.

18) Resedaceen.

Reseda luteola L. S. Wau.

19) Polygaleen.

Polygala tinctoria Forsk. Arabien. Soll eine Art Indigo liefern. Duchesne l. c. p. 286. S. auch Böhmer l. c. II. p. 74.

20) Rubiaceen.

Psichotria sulphurea Ruiz et Pav. Die Blätter dienen in Peru zum Gelbfärben von Zeugen. Duchesne l. c. p. 153.

21) Apocyneen.

Nerium tinctorium L. (= *Wrightia tinct. Rottl.*). Indien. Wie zuerst durch Roxburgh (Oriental Repertory 1791) bekannt wurde, liefert diese Pflanze Indigo. Roxburgh, Transact. of the Soc. of Arts etc. T. 28.

22) Asclepiadeen.

Marsdenia parviflora Decais. Vorderindien, Java. Dient wegen eines beträchtlichen Gehaltes an Indigo-Chromogen auf Java zum Färben. Miquel, F. v. N. I. II. p. 492. Junghuhn, Java. I. p. 175. Die Blätter dieser Pflanze sollen mehr Indigo als die Indigofera-Arten liefern.

M. tinctoria R. Br. Der daraus dargestellte Farbstoff wird auf Sumatra dem Indigo vorgezogen. Miquel, Sumatra. p. 81. In Bengalen wird daraus Indigo bereitet. Miquel, F. v. N. I. I. p. 300.

Asclepias tinctoria Roxb. und *A. tingens Roxb.*, beide in Indien, dienen nach Roxburgh zur Erzeugung grüner Farben und sind den Indigopflanzen zuzuzählen. Vgl. Bancroft l. c. I. p. 378.

23) Solaneen.

Nicotiana tabacum L.
Formen von *N. t.*, die als Species beschrieben wurden: *N. fruticosa L.*
N. petiolata Lehm.
N. makrophylla Spreng. (= *N. latissima DC.*) und die dieser Species unterzuordnenden Formen:
N. lancifolia Ag.
N. chinensis Fisch.
N. gigantea Ledeb.
N. rustica L. und die dieser Species unterzuordnenden Formen:
N. Sellowii Linck et Otto
N. persica Lindl.
N. suaveolens Lehm.
N. quadrivalvis Pursh.

} S. Tabak.

24) Bignoniaceen.

Bignonia Chica Bonp. Südamerika. Die Blätter liefern einen im amerikanischen Handel vorkommenden rothen Farbstoff, Chica, Cica oder Carucru genannt. Eine nahverwandte Pflanze soll eine blaue Cica geben. Duchesne l. c. p. 103. Böhmer l. c. II. p. 73. Bischof, Lehrbuch der Botanik. III. 2. p 603. Ueber die chemische Beschaffenheit des Chicaroths s. Boussingault, Annales de Chim. et de Phys. 2. T. 27. p. 315 und Erdmann, Journal für pract. Chem. 71. p. 198.

B. sp. In Guinea wird, wie Isert (Reise nach Guinea) zuerst mittheilte, aus den Blättern einer Bignonia Indigo erzeugt. Bancroft l. c. I. p. 73.

25) Acanthaceen.

Sericographis Mohintli DC. Mexiko. Die Blätter sollen Indigo liefern. Henkel, Naturproducte etc. I. p. 332.

Ruellia comosa Wall. Assam. Desgleichen. Henkel l. c. I. p. 332.

26) Labiaten.

Mentha piperita L. β. officinalis Koch. S. Pfeffermünze.
M. crispa L. (= *M. aquatica L. γ. crispa Benth.*)
M. sylvestris L. η. crispa Benth.
M. viridis L. γ. crispa Benth.
} S. Krausemünze.
Rosmarinus officinalis L. S. Rosmarin.

Lavandula sp. S. Blüthen.

Pogostemon Patchouly Pelletier-Santelet. S. Patschuli.

P. menthoides Bl. Indien. Sundanesisch: Dilem. Scheint das gleiche oder ein ähnliches ätherisches Oel, wie die vorige, zu enthalten und ähnlich so benutzt zu werden. Miquel, Fl. v. N. I. II. p. 963.

27) Verbenaceen.

Vitex pubescens Vahl. Blätter und Rinde werden auf Java nach Hasskarl und Fliet zum Grünfärben verwendet. Miquel l. c. II. p. 542.

Avicennia tomentosa Jacq. Südamerika. Die Blätter dieses in Venezuela als Mangle prieto (schwarzer Mangle) bezeichneten Baumes dienen in der Heimat zum Gerben. A. Ernst in Caracas, Die Pflanzen von Los Roques. Bot. Zeit. 1872. p. 540.

28) Ericineen.

Die krautartigen Theile der in England vorkommenden *Erica*-Arten wurden von Bancroft (l. c. II. p. 136) zum Gelbfärben empfohlen, indem sie dieselben Dienste wie der Färberginster leisten.

Arbutus uva ursi L. Die oberirdischen Pflanzentheile der Bärntraube werden in einigen Ländern, z. B. in Schweden und Russland, zum Gerben und Schwarzfärben benutzt. Pallas, Flora ross. I. 2. p. 91. Duchesne l. c. p. 119.

Andromeda arborea L. Die Zweige dienen in Nordamerika zum Schwarzfärben. Michaux, Hist. des arbr. forest. III. p. 224. Duchesne l. c. p. 118.

A. polifolia L. Blätter und Zweige werden in Russland zum Gerben und Schwarzfärben benutzt. Duchesne l. c. p. 119.

29) Vaccinieen.

Vaccinium myrtillus L. und *V. vitis idæa.* Die grünen Theile werden jetzt wohl nur selten zum Gerben verwendet. Früher scheint, besonders die erstere, häufiger benutzt worden zu sein. Böhmer l. c. II. p. 414.

30) Compositen.

Eupatorium chilense Mol. In Chili zum Gelbfärben verwendet. Molina, Naturgeschichte von Chili, deutsche Uebersetzung. p. 119.

E. indigoferum Pohl. Dient in Brasilien zur Indigogewinnung. Pohl, Reise in Brasilien. II. p. 69.

E. tinctorium. (?) Diese brasilianische Pflanze soll in Algier zur Gewinnung eines schönen Indigo benutzt werden. Algérie. Catal. spécial. Expos. de Paris 1867. p. 81.

Cotula alba L. Indien. In Cochinchina zum Schwarzfärben. Loureiro, Flora Cochinch. p. 505. Duchesne l. c. p. 140.

Salidago canadensis L. Nordamerika. Zum Gelbfärben benutzt. Bancroft l. c. II. p. 137.

Seratula tinctoria L. S. Scharte.

Spilanthus tinctorius Lour. (= *Adenostemma tinctoria H. Cass*). Aus den Blättern wird in China und Cochinchina eine dem Indigo gleiche Farbe bereitet. Loureiro, Flora Cochin. p. 590. Duchesne l. c. p. 143

Xanthium strumarium L. Europa. Das Kraut diente zum Gelbfärben, dürfte jetzt jedoch wohl kaum mehr angewendet werden. Böhmer l. c. II. p. 201.

X. macrocarpum DC. Südeuropa. Das Kraut hat dieselben Eigenschaften wie das der vorgenannten Pflanze und wurde schon von den alten Römern zum Gelbfärben benutzt. Bischof l. c. III. 2. p. 698.

X. indicum Roxb. Cochinchina. Kraut zum Gelbfärben. Cat. des col. fr. p. 99.

31) Urticeen.

Datisca cannabina L. Kleinasien und auf Kreta. Färbt intensiv und dauerhaft gelb. Das in der ganzen Pflanze enthaltene Glucosid Datiscin, welches mit Alkalien tief gelbe Lösungen giebt, wurde von Stenhouse zuerst genauer untersucht. Duchesne l. c. p. 314. Stenhouse, Annalen der Chemie und Pharmacie. 98. p. 166.

32) Polygoneen.

Polygonum tinctorium Lour. China, Cochinchina, Japan. Liefert Indigo. Loureiro, Flora Cochin. p. 297. S. Syrsky, Die Landwirthschaft in China. Fachmännische Berichte über die ostas. Exp. A. p. 106.

P. barbatum L. Japan. Dient zum Blaufärben. Thunberg, Flora Japon. p. 167.

33) Nictagineen.

Pisonia tomentosa Lam. Brasilien. Die Blätter, »Pao lepra« dienen in Minas Geraës zum Schwarzfärben. Martius-Eichler, Flora Bras. Fasc. 58. p. 376.

34) Gramineen.

Andropogon Schoenanthus L. (= *Cymbopogon citrioides Link*). Indien. Zur Darstellung eines ätherischen Oels (wahrscheinlich des auch im europäischen Handel vorkommenden Citronelle oil) benutzt. Miquel Fl. v. N. I. III. p. 483.

Sorghum sp. Die Spelzen einer *Sorghum*-Art (Sorgho noir) dienen in Indien zum Schwarzfärben. Cat. des col. fr. p. 101.

35) Equisetaceen.

Equisetum arvense L. und *hyemale L.* Die Stengel der unfruchtbaren Individuen dienen zum Poliren und Scheuern von Holz, Bein, Meerschaum und Metallen. Die Stengel der letzteren Art sind zum Poliren besonders geeignet[1]).

1. Färberginster.

Diese Pflanze ist in früherer Zeit, bevor Gelbholz und Quercitron in unseren Färbereien eingeführt worden waren, häufig zum Gelbfärben von Wolle und wollenen Zeugen verwendet worden. Immerhin findet sie noch hier und dort wie Wau oder Scharte Verwendung, weshalb ich diese Farbwaare nicht ganz übergehen will.

Der Färberginster, *Genista tinctoria L.*, ist eine auf trockenen Wiesen, auf sonnigen, kahlen oder licht bewaldeten Hügeln häufig vorkommende, fast über ganz Europa und über das gemässigte Asien verbreitete, strauchartige Pflanze. Sie treibt bei uns jährlich Stengel, welche eine Höhe von 0.3—1 Meter erreichen. Die Jahrestriebe sind aufrecht, ruthenförmig, die Stengel stielrund, fein gerieft, 1—3 Mm. dick, stachellos, kahl, nur an den oberen Enden etwas angedrückt flaumig. Die wechselständigen Blätter sind lanzettlich oder länglich eiförmig, ungestielt, mit pfriemenförmigen, deutlich erst durch die Loupe erkennbaren Nebenblättern versehen. Das nur am Rande etwas behaarte Blatt lässt ausser dem Hauptnerv nur wenige (2—3) Secundärnerven erkennen, die am oberen Blattende anastomosirend sich verzweigen. Die Länge des Blattes beträgt 2.5—4 Centim., die Breite 4—7 Millim. Beim Trocknen schrumpft es nur wenig, verliert aber seinen lebhaften Glanz und gewöhnlich auch die grüne Farbe. Die gelben Blüthen stehen in dichten, 3—6 Centim. langen Trauben. Der Kelch ist mit 5 pfriemenförmigen Fortsätzen versehen. Die gelbe Blumenkrone ist dreimal so lang als der Kelch, nämlich etwa 1 Centim. Das Schiffchen ist so lang als die Faser.

In einigen Gegenden, z. B. im Banat, wird auch *G. ovata W. et K.* im Kleinen als Färberkraut angewendet, in England auch *G. anglica L.*

Der Färberginster kann im trockenen Zustande ebensogut als im frischen zum Gelbfärben benutzt werden. Er färbt minder stark und

1) Ueber einige andere minder wichtige zu gleichen Zwecken benutzte Pflanzentheile (Blätter von *Prunus aspera Thunb.*, *Deutzia scabra Thunb.*, *Ficus politoria Lour. etc.*) s. Böhmer l. c. I. p. 40 ff.

weniger schön als Scharte und Wau, und wird nur zum Färben gröberer Garne und Zeuge verwendet[1]. Für die Erzeugung von Schüttgelb scheint der Ginster wohl überall durch den Wau verdrängt worden zu sein.

2. Sumach.

Der Sumach oder Schmack ist bekanntlich eines der wichtigsten Materialien zum Gerben und Schwarzfärben. Dieser Gerbstoff bildet, wie nicht minder bekannt, ein grünliches, verschieden nüancirtes Pulver, von zusammenziehendem Geschmack und eigenthümlichem Geruch, der sich auf das sumachgare (in Kräutern gegerbte) Leder überträgt.

Es existiren im wärmeren Europa drei verschiedene Holzgewächse, welche diese Waare liefern: der Gerbersumach, *Rhus coriaria L.*, ein in den Mittelmeerländern und in Kleinasien vorkommender Baum; der Perückenbaum, *Rhus cotinus L.*, im mittleren und wärmeren Europa und im gemässigten Asien vorkommend; endlich der Gerberstrauch, *Coriaria myrtifolia L.*, welcher den Küstenländern des mittelländischen Meeres angehört und besonders häufig im Südwesten Europas und in Nordafrika wächst[2]. — Einige andere aussereuropäische Sumachbäume, deren Gerbstoff indess in unserer europäischen Industrie nicht zur Verwendung kommt, sind in der oben aufgeführten Uebersicht (p. 662) namhaft gemacht worden.

Der ausgezeichnete sicilianische, der spanische, portugisische und griechische[3]) Sumach stammen zweifelsohne von *Rhus coriaria* ab; ebenso die besseren Sorten vom französischen Sumach. Der norditalienische (Triestiner, venetianischer Sumach) soll nach einigen Angaben blos von *Rhus cotinus* abstammen[4]. Der Sumach von Ungarn und Südtyrol kommt von diesem Baume. *Coriaria myrtifolia* liefert einige Sorten von französischem Sumach, welche im Handel unter dem Namen provençalischer Sumach vorkommen.

Da der Werth einer Sumachsorte in erster Linie von der Art der Pflanze, von welcher er gewonnen wurde, abhängt, so erschien es mir zweckmässig, einen Weg ausfindig zu machen, auf dem man möglichst schnell und sicher die botanische Abstammung einer fraglichen Sumachsorte ausfindig machen kann.

---

1) Bancroft l. c. II. p. 136.

2) In den Wiener Gärten kommt *Coriaria myrtifolia* im Freien gut fort, hingegen wollte es dort bis jetzt nicht gelingen *Rhus coriaria* aufzubringen.

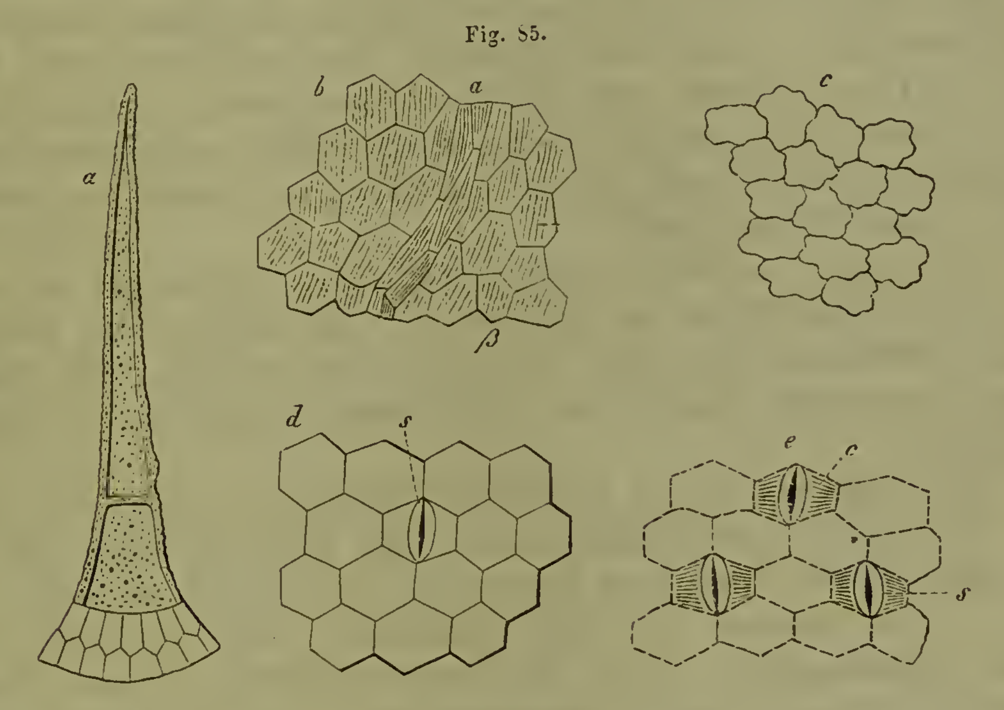
3) Heldreich l. c. p. 62.

4) Bolley, Technologie der Spinnfasern. p. 185.

Wenn man die Sumachsorten im Mikroskop durchnimmt, so wird man alsbald gewahr, dass unter allen histologischen Elementen der sumachliefernden Blätter die der Oberhaut angehörigen am besten erhalten sind; weniger gut sind die Gefässbündelelemente, am wenigsten gut die Zellen des Mesophylls erhalten. Die Morphologie der Oberhaut ist aber an den Blättern der drei genannten Holzgewächse eine so verschiedene, dass sich hierauf eine sichere Unterscheidung der Sumacharten stützen lässt.

Die Blätter von *Rhus coriaria* sind einfach und unpaarig gefiedert. gewöhnlich trägt ein Blatt an einem stark behaarten gemeinschaftlichen

Fig. 85.



Vergr. 300. *a* Haar vom Blattstiele der *Rhus coriaria.* *b* Oberhaut von der oberen Blattseite von *Rh. coriaria.* *α* über Gefässbündelgewebe, *β* über Parenchym gelegene Oberhautzelle. *c* Oberhaut von der oberen Blattseite von *Rh. cotinus.* *d* Oberhaut von der oberen, *e* von der unteren Blattseite der *Coriaria myrtifolia.* *s* Spaltöffnung. *c* Cuticula.

Stiel 11 Fiederblättchen, die meist 2—4 Centim. lang, 1—2 Centim. breit, am oberen, der Spitze zugewendeten Rande tief gesägt und beiderseits, besonders aber an der unteren Seite dicht behaart sind. Die Stengel, an welchen die Blätter stehen und die man nicht selten in Form kleiner Fragmente im Sumach findet, sind stielrund, mit zahlreichen kleinen Korkwärzchen besetzt und blass ockerfarbig.

Der Blattstiel ist mit zarten, 0.009 Millim. breiten Oberhautzellen bedeckt, über welche sich verschieden grosse auf einen breiten vielzelligen Wulst stützende, meist 1—2zellige Haare erheben. Die kleinen Haare erreichen gewöhnlich nur eine Höhe von 0.040, die grossen eine Höhe von 0.4 Millim. Ihre Membranen sind gelblich gefärbt und von einer mit kleinen Wärzchen versehenen Cuticula bedeckt. Ueber

der breiten Basis messen die Haare im Durchmesser 0.016—0.033 Mm. — Die Haare der Blätter sind gleich denen des Blattstieles gebaut und zeigen an der unteren Blattfläche auch fast dieselben Dimensionen; die der oberen Blattseite angehörigen Haare sind bedeutend kleiner. — Die Epidermiszellen, welche der oberen Oberhaut angehören, nehmen zwischen sich keine Spaltöffnungen auf; sie sind polygonal, verschieden gross, häufig etwa 0.036 Millim. lang, 0.029 Millim. breit und mit einer Cuticula überdeckt, deren Streifen der Längsrichtung des Blattes folgen. An den stark in die Länge gestreckten, über den Gefässbündeln liegenden Oberhautzellen tritt diese streifige Cuticula mit besonderer Schärfe hervor. — Die Oberhaut der unteren Blattfläche ist reich an Spaltöffnungen, welche etwa 0.024 Mm. lang und circa 0.016 Mm. breit sind, und enthält etwas buchtige Oberhautzellen, deren Dimensionen etwas gegen jene der oberen Oberhautzellen zurückstehen. Eine streifige Cuticula ist auch hier zu bemerken, doch treten die Streifen hier weniger deutlich hervor.

Die Blätter von *Rhus cotinus* sind einfach, fast doppelt so gross als die Fiederblättchen von *Rh. coriaria*, ganzrandig, kurz gestielt. Beide Blattflächen sind eben so kahl als der Blattstiel. Die Blätter stehen an runden, graubraunen, mit wenigen Korkwärzchen besetzten Stengeln.

Die Oberhaut, welche der oberen Blattfläche angehört, ist völlig frei von Haaren und Spaltöffnungen. Ihre Zellen stimmen wohl in den Dimensionen, nicht aber in der Form und Structur mit jenen von *Rh. coriaria* überein. Sie sind ausgebuchtet oder abgerundet und relativ dünnwandiger. — Die der unteren Blattfläche eigenen Oberhautzellen nehmen, wie das Mikroskop lehrt, keine Haare, wohl aber zahlreiche kleine Spaltöffnungen zwischen sich auf. Sie sind weniger deutlich als die Zellen der oberen Oberhaut ausgebuchtet, sehr variabel in der Grösse, im Ganzen aber noch kleiner als jene. Eine streifige Cuticula kommt an der Oberhaut dieses Blattes nicht vor.

Die derben, fast lederartigen Blätter der *Coriaria myrtifolia* stehen in decussirter Anordnung an vierkantigen Stengeln, sind stiellos, völlig unbehaart, ganzrandig und etwas grösser als die Fiederblättchen von *Rhus coriaria*.

Die Oberhaut der oberen Blattfläche ist nicht ganz frei von Spaltöffnungen, aber, wie das Mikroskop zeigt, gänzlich haarlos. Ihre Zellen sind relativ derbwandig, scharfkantig polygonal, verschieden gross, bis 0.044 Mm. lang. Ich habe an diesen Zellen nur eine Andeutung einer streifigen Cuticula beobachtet. — Die untere Oberhaut ist gleichfalls haarfrei, nimmt aber zahlreiche, etwa 0.028 Millim. lange und 0.014 Millim. breite Spaltöffnungen zwischen sich auf. Die Zellen sind polygonal, manch-

mal etwas abgerundet, ihre Wände relativ dick und mit deutlichen Poren versehen. Die zwei den Schliesszellen der Spaltöffnung unmittelbar benachbarten Oberhautzellen sind mit einer stark streifigen Cuticula versehen. Die Streifung läuft stets senkrecht auf die Richtung der Spalte.

Diese Daten lehren deutlich, dass man mit Hülfe des Mikroskops die Sumachsorten mit Leichtigkeit und sicher auf die Stammpflanze zurückzuführen im Stande ist. — Ich bemerke noch, dass das Mesophyll, welches in den Blättern der beiden besprochenen *Rhus*-Arten enthalten, reich an Krystallaggregaten von oxalsaurem Kalk ist, der in den Blättern von *Coriaria myrtifolia* nur sehr spärlich vertreten ist. Die Asche der Blätter von *Rhus coriaria* und *R. cotinus* sind überaus reich an Scheinkrystallen (kugelige, mit Spitzen versehene, 0.012—0.034 Millim. breite Aggregate); in der Asche der Blätter von *Coriaria myrtifolia* sind, wegen der Seltenheit des Vorkommens, solche Scheinkrystalle nur schwer nachweisbar.

Die Gewinnung des Sumachs betreibt man überall auf die nämliche, sehr einfache Weise. Die durch Schösslinge fortgepflanzten Gewächse werden eines Theils ihrer Zweige beraubt. Die abgeschnittenen Zweige lässt man freiwillig trocknen und schlägt, wenn die Blätter dürr geworden sind, dieselben mit Stäben ab. Fast immer mengen sich den Blättern auch Stengelfragmente bei. Die so gewonnene Blattmasse wird nun zwischen stehenden Mühlsteinen in ein mehr oder minder feines Mehl vermahlen [1].

Ueber die chemische Beschaffenheit des Sumachs liegen noch keine genaueren Untersuchungen vor. Nach Rud. Wagner [2] scheint der Gerbstoff des Sumachs mit jenem der Galläpfel nicht völlig übereinzustimmen. Der Sumach von *Rhus coriaria* soll Gallussäure enthalten, und der darin enthaltene Gerbstoff durch Säuren Gallussäure liefern [3]. In den Blättern von *Coriaria myrtifolia* wurden aufgefunden: Oel, ein in Weingeist lösliches Harz, Chlorophyll, Gerbstoff, Gallussäure, gelber Farbstoff, ein Alkaloïd, Stärke und Cellulose [4].

Selbst über den technischen Werth der verschiedenen Sumacharten besitzen wir noch keine verlässlichen Angaben. Der Sumach von *Rhus coriaria* scheint der beste zu sein; an ihn dürfte sich jener von *R. cotinus* reihen. Die aus den Blättern von *Coriaria myrtifolia* be-

---

1) Nach Sestini's Mittheilungen in Bancroft's oben citirtem Werke. II. p. 122.

2) Fresenius, Zeitschrift für analytische Chemie. V. p. 2.

3) Stenhouse, Ann. der Chem. und Pharm. 11. p. 328.

4) Peschier, Mém. de la sociét. de Phys. de Genéve. 4. 2. p. 189.

reitete Waare mag wohl die geringste sein. Bolley[1]) betrachtet, jedoch ohne Beibringung von Belegen, die beiden erstgenannten Sumacharten als gleichwerthig.

Unter der Handelswaare wird der sicilianische Sumach als der beste angesehen, und von diesem die von Militello kommende Sorte am meisten geschätzt. Hieran reiht sich der spanische Sumach (von Priego, Valladolid, Malaga und Molina). Französischer (von Avignon und Montpellier), portugisischer, elsässischer, italienischer, tyroler und ungarischer stehen ziemlich gleich im Werthe[2]).

Der Sumach dient zum Gerben leichter, feiner Ledersorten, namentlich solcher, welche gefärbt werden sollen, und zum Schwarzfärben.

3. Henna.

Lawsonia alba Lam., ein Strauch des südlichen Asiens und der afrikanischen Küsten, Henna, Alhenna, Alkanna, in Senegal Foudenn genannt, liefert, wie oben erwähnt, eine Farbwurzel, die früher als Alkanna auch in den europäischen Handel kam. Die Blätter dieses Strauches, mit dem gleichen Namen belegt, bilden für viele Völker des Orients und Afrikas ein stark verwendetes Farbmaterial, welches benutzt wird, um die Fingernägel[3]) und andere Körpertheile orange zu färben. In Indien, wo die Henna Handelsgegenstand ist — in den Bazaren von Bombay kommt sie unter dem Namen Mendi vor — dient sie zum Färben des Leders[4]). In neuerer Zeit verwendet man die Henna auch zum Färben der Seide, und deshalb mag ihrer hier kurz Erwähnung geschehen[5]).

Lawsonia alba wird überall dort, wo ihre krautigen Pflanzentheile zum Färben in Verwendung stehen, besonders cultivirt.

Ich untersuchte die Henna vom Markte zu Bombay. Sie bestand aus schwach verholzten dornigen Trieben, an denen die — in decussirter Ordnung stehenden — Blätter nur zum Theil erhalten waren, zahlreichen abgebrochenen Blättern und Blattfragmenten. Die Triebe hatten eine

1) l. c. p. 185.

2) Bolley l. c. p. 185.

3) Die ältesten Mittheilungen über das Färben der Orientalen mit den Blättern von *Lawsonia alba* finde ich bei Loureiro. Flora Cochin. I. p. 229.

4) Wiesner, Die technisch verwendeten Pflanzenstoffe Indiens, in: Fachmännische Berichte über die ostas. Exped. A. p. 317.

5) Nach dem algier'schen Specialcatalog (Pariser Ausstellung 1867) p. 81 soll die in Algier gebaute *Lawsonia alba*, henné genannt, in einigen Seidenfärbereien Lyons zur Hervorbringung schöner, tief azurblauer und schwarzer Farben benutzt werden. S. auch Cat. des col. fr. p. 101.

Länge von mehreren Centimetern und eine Dicke von 2—4 Millim., und waren beiderseits abgeschnitten. Die zahlreichen Dornen, welche, nach den daran sitzenden Blättern zu schliessen, verkümmerte Aeste sind, haben eine Länge von 2—4 Centim. Die Stämmchen stimmen in Farbe und sonstigem Aussehen sehr auffällig mit den Zweigen von *Lycium barbarum* überein. Die Blätter sind eiförmig, etwas zugespitzt, kurz gestielt, 1—1.5 Cent. lang, 5—6 Millim. breit, dunkelgrün, stellenweise bräunlich.

Die Henna giebt, mit Wasser gekocht, eine gelbröthliche Flüssigkeit, welche auf Zusatz von Alkalien desto mehr an roth zunimmt, je mehr Stengel vorhanden sind. Die Stengel geben, für sich mit Kalilauge gekocht, eine beinahe carminrothe, die Blätter, in der gleichen Weise behandelt, eine bräunliche Lösung. Die Hennafarbe scheint somit ihren Sitz hauptsächlich in den Stengeln zu haben. Säuren zerstören den durch die Einwirkung von Alkalien entstandenen Farbstoff.

Ueber die Darstellung der orangen Henna-Farbe, welche zum Bemalen der Fingernägel etc. dient, widersprechen sich die Angaben. Nach einigen soll sie durch Einwirkung von Säuren (Citronsaft, Essig), nach anderen durch Einwirkung von Kalk auf die Blätter entstehen; letzteres hat nach meinem Dafürhalten die grössere Wahrscheinlichkeit für sich[1]).

4. Wau.

Der Wau, auch Färberresede, Gilbkraut, romanisches Kraut genannt, wird seit alter Zeit[2]) zum Gelbfärben verwendet.

Der Wau, *Reseda lutea*, ist eine im südlichen und mittleren Europa wildwachsende, für die Zwecke der Färberei in Frankreich (Dep. Herault etc.), Deutschland (Halle, Erfurt, Magdeburg etc.) und England (Essex etc.) cultivirte Pflanze. Seit Einführung der Quercitronrinde hat die Verwendung des Wau wohl abgenommen; aber zum Färben der Seide und zur Darstellung von Schüttgelb wird er immerhin noch stark angewendet. Unter allen zum Gelbfärben benutzten Kräutern steht der Wau noch am meisten in Ansehen und findet noch die stärkste Verwendung.

Die wilde Pflanze wird fast meterhoch, ist dickstengelig und stark grün. Der cultivirte Wau ist hingegen nur halb so gross oder kleiner

---

1) Vgl. Böhmer l. c. II. p. 121 und Bancroft l. c. p. 393.

2) Bancroft (l. c. II. p. 111) citirt eine Stelle des Plinius, aus welcher ersichtlich ist, dass der Wau bei den Römern zum Färben der Brautschleier benutzt wurde.

und stark gelbgrün. Kleine, dünnstengelige, reich mit Blüthen besetzte, stark in's Gelbe fallende Exemplare sind gesucht.

Die im Herbste gesäeten Samen liefern im nächstkommenden Sommer Wau, den man während des Verblühens aus der Erde zieht. Die Wurzeln sind werthlos; wurzellose Waare ist deshalb besser.

Die Stengel des Waus sind gerade, gerippt, mit schmalen, kaum centimeterbreiten, langgestreckten, lancettlichen, an der Basis einzähnigen, kahlen, wechselständigen Blättern besetzt. Kelch vierblätterig, Blumenkrone aus 5 ungleichen, freien, gelben Blumenblättern bestehend, Staubfäden 10 und mehr, drei Griffel, Blüthen in langen Aehren.

Der gelbe Farbstoff des Wau's wurde von Chevreul[1]) entdeckt und später von Schützenberger und Paraf[2]) genauer untersucht. Das Luteolin ($C_{12}H_8O_5$) krystallisirt in gelben, seidenglänzenden, nach Chevreul sublimirbaren Prismen, welche sich in kaltem und heissem Wasser nur sehr schwer, leichter in Aether und Alkohol auflösen. Die Lösungen dieses Körpers reagiren schwach sauer, und schmecken etwas bitter.

5. Tabak.

Das zu den Solaneen gehörige Genus *Nicotiana* zerfällt in zahlreiche Formen, von denen viele, wie es scheint, nicht mit Recht als besondere Arten aufgefasst wurden. Diejenigen Arten und Formen, welche gegenwärtig gebaut werden, sind obiger Zusammenstellung (p. 666) zu entnehmen In Betreff der übrigen verweise ich auf die monographischen Arbeiten über dieses Genus[3]).

Nicotiana tabacum L. ist in Virginien und Westindien zu Hause. Ihre Cultur wird in allen tabakbauenden Ländern betrieben. Als Heimat der *N. makrophylla L.* wird Maryland angegeben. In Nordamerika und Ungarn wird sie stark gebaut. *N. rustica L.* wurde in Südamerika wildwachsend aufgefunden. In Ungarn, Tyrol, Galizien, ferner in einigen Districten Deutschlands wird diese Pflanze cultivirt. *N. quadrivalvis Pursh* wird am oberen Missouri gebaut[4]).

Wenn sich auch die Blätter der typischen Formen dieser vier Arten durch Form, Grösse, Nervatur und durch die Ausbildung des

---

1) Journal de Chim. med. 6. p. 157.

2) Compt. rend. 52. p. 92.

3) Agardh, Conspectus specierum Nicotianæ. Hafniæ 1810.
Lehmann, Generis Nicotianarum historia. Hamb. 1818.
Ruiz et Pavon, Flora peruviana et chilensis.

4) Tiedemann, Geschichte des Tabaks. Frankfurt a. M. 1854. p. 300.

Blattstieles von einander unterscheiden lassen, so scheint es doch bei den vielen Varietäten, welche durch die Cultur dieser Species entstanden sind, nicht gelingen zu wollen, aus dem Blatte die Stammpflanze abzuleiten. Beispielsweise sei erwähnt, dass die Blätter der typischen *N. makrophylla* und *tabacum* sitzend sind, während jene von *N. rustica* fast als lang gestielt bezeichnet zu werden verdienen; aber durch Cultur entstanden auch Formen von den beiden erstgenannten Arten, deren Blätter mit deutlichen Stielen versehen sind. Auch die Nervatur der Blätter giebt kein sicheres Unterscheidungsmerkmal ab, wenn auch bei der Mehrzahl der Formen von *N. tabacum* die Seitennerven unter spitzen, bei den meisten Varietäten von *N. makrophylla* und *rustica* dieselben fast unter rechtem Winkel vom Hauptnerv ablaufen. Ob eine makroskopische Unterscheidung der Blätter, dieser vier gebauten Tabakarten überhaupt möglich ist, müssen erst fernere Untersuchungen lehren; meine eigenen Beobachungen in dieser Richtung haben mir kein befriedigendes Resultat gegeben.

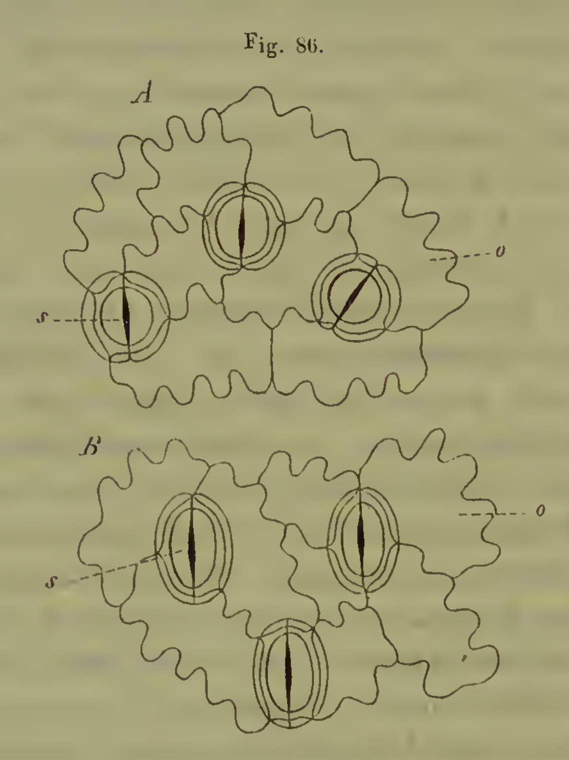
Ich habe auch versucht auf mikroskopischem Wege eine Unterscheidung dieser vier Blattarten zu erzielen; aber die bisher erzielten Wahrnehmungen sind hinter meinen Erwartungen zurückgeblieben. Das Parenchym des getrockneten Blattes lässt nur sehr schwer eine Untersuchung zu. Die Gefässbündel bieten keinerlei zur Characterisirung verwendbare Besonderheiten dar. Die Oberhaut, selbst am trockenen Blatte noch sehr wohlerhalten, dürfte noch am ehesten eine Unterscheidung möglich machen, wie einige unten folgende Beobachtungen lehren werden. Doch gestehe ich ein, dass meine bisherigen mikroskopischen Untersuchungen der Tabaksblätter so mangelhaft sind und sich auf ein viel zu beschränktes Material beziehen, als dass ich eine mikroskopische Unterscheidung der genannten Tabaksarten auch nur für möglich erklären könnte. Ich werde mich deshalb begnügen müssen, das Tabaksblatt nur im Allgemeinen zu beschreiben, und auf die mir untergekommenen Unterschiede, deren Sicherheit ich jedoch keineswegs verbürgen kann, aufmerksam zu machen.

Die Form der Tabaksblätter variirt von der länglich lanzettförmigen Gestalt (typische Form von *Nic. tab.*) bis zur eiförmigen (*N. rustica*). In der Mitte zwischen beiden Extremen stehen die Blätter der typischen Form von *N. makrophylla*. Das obere Ende der Blätter ist lang zugespitzt bis stumpf. Die Länge der Blätter beträgt 15—75 Cent. Die Blätter von *makrophylla* und *tabacum* werden gewöhnlich als gross bezeichnet; doch habe ich Blätter der letzteren, welche in Ungarn cultivirt wurden, gesehen, die nur die Länge von 10 Cent. hatten und an Grösse gegen jene der gewöhnlichen *N. rustica* zurückstanden. Die Blätter aller gebauten Tabakarten sind ganzrandig und beiderseits etwas

behaart. Die Hauptnerven sind an den Blättern der *N. rustica* gewöhnlich dick, sonst erheben sie sich weniger stark über die Oberfläche des Blattes. Die den Hauptnerven an Mächtigkeit zunächstkommenden — die Secundärnerven — gehen am Ursprunge ziemlich geradlinig von ersteren ab, und zwar unter Winkeln von 40—80 Graden, enden aber schlingläufig.

Das Tabaksblatt ist von einer Oberhaut umkleidet, welche beiderseits eine ziemliche Gleichartigkeit darbietet: denn sowohl die der oberen als die der unteren Blattseite angehörige Oberhaut besteht aus wellenförmigen contourirten Zellen, welche zwischen sich Spaltöffnungen aufnehmen. Die Epidermis- und Spaltöffnungszellen der oberen Oberhaut scheinen von jenen der unteren in der Grösse kaum verschieden zu sein. Die Anzahl der Spaltöffnungen ist an der unteren Fläche

Fig. 86.



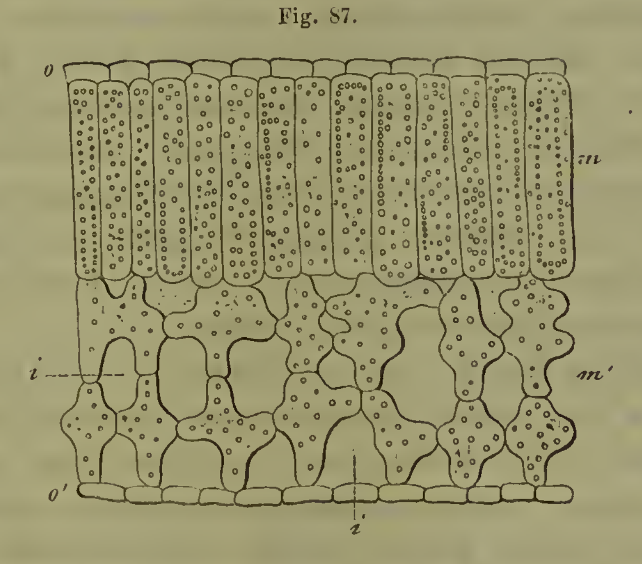
Vergr. 300. *A* Oberhaut vom Blatte der *Nicotiana rustica*, *o* Oberhautzellen, *s* Spaltöffnungen. *B* Oberhaut vom Blatte der *Nicotiana tabacum*, *o* und *s* wie bei *A*.

eines bestimmten Blattes etwas grösser als an der oberen und schwankt zwischen 130—235 auf den Quadratmillimeter. An den Blättern von *Nicotiana tabacum* erscheinen die Spaltöffnungen mit elliptischen, an jenen von *N. rustica* mit fast kreisförmigen Umrissen. Die Länge der Spaltöffnungen fand ich an den Blättern der ersteren gleich 0.042, die Breite gleich 0.029 Millim.; hingegen beobachtete ich an den Blättern der letzteren die Länge 0.038 und die Breite 0.030 Millim. Die Spaltöffnungszellen von *N. makrophylla* schienen mir in den genannten Dimensionen die Mitte zu

halten zwischen den Spaltöffnungszellen von *N. tabacum* und *makrophylla*. — Die Haare der Tabaksblätter sind mehrzellig und bestehen aus weiten dünnwandigen Elementen. Am trockenen Blatte sind diese, gewöhnlich drüsenartig endigenden Haare zusammengefallen. An einzelnen Stellen der Oberhaut erheben sich auch ungestielte Drüsen.

Das Mesophyll des Tabaksblattes besteht aus zwei scharf geschiedenen Theilen. Die der oberen Blattseite zugewendete Partie setzt sich aus einer Schicht cylindrischer, auf der Oberhaut senkrecht stehenden, langgestreckten Zellen zusammen; die untere Partie ist mehrschichtig und besteht aus sternförmigen Elementen, welche ziemlich weite Lufträume zwischen sich frei lassen. Die cylindrischen Zellen sind chlorophyllreicher als die sternförmigen. In einzelnen Zellen treten zahlreiche kleine Krystalle von oxalsaurem Kalk auf. — Die im Mesophyll eingelagerten Gefässbündel zeigen keinerlei Besonderheiten.

Fig. 87.



Vergr. 300. Querschnitt durch das Blatt von *Nicotiana rustica*. *o o'* Oberhaut, *m m'* Mesophyll, *i i* luftführende Intercellularräume.

Klima, Boden und Cultur üben einen sehr tiefgreifenden Einfluss auf die Art des Tabaksblattes aus, wie die sowohl in morphologischer als chemischer Beziehung fast in's Unendliche variirenden rohen Tabaksorten lehren.

Der Tabak ist eine der acclimatisationsfähigsten Culturpflanzen, die man kennt. Sein Anbau dehnt sich über einen grossen Theil der heissen und gemässigten Zone aus. Zwischen dem 35° nördlicher und dem 32° südlicher Breite ist seine Cultur am lohnendsten; doch gedeiht er im westlichen Nordamerika bis zum 40., in Japan bis zum 52., in Europa (Scandinavien) sogar bis zum 62° N. B. Der Tabak wird gegenwärtig in allen Welttheilen im Grossen cultivirt.

Humusreicher Boden und Feuchtigkeit steigern die Entwicklung

des Mesophylls und bedingen in Folge dessen grosse und dicke Blätter. Die besten Tabaksorten sind aber nicht reich an Mesophyll und deshalb dünn. Solche Blätter bringt die Tabakspflanze hervor, wenn sie in sonniger Lage, auf leichtem, sandigen Lehmboden steht. Im feuchten, kalten Boden, im schweren Thonboden, aber auch im trockenen Sandboden kommt der Tabak nicht fort. Die Düngung wirkt auf die chemische Beschaffenheit des Tabaks sehr mächtig ein. Starke, stickstoffhaltige Düngung steigert den Gehalt an Nicotin und Eiweisskörpern; es werden auf diese Weise starke Tabake erzielt, wie sich solche zur Erzeugung von Schnupftabaken eignen. Auf einem mit Lauberde gedüngtem Boden erhält man hingegen Pflanzen, welche ein leichteres, nicotianinreiches und deshalb wohlriechendes Blatt liefern, das sich zur Gewinnung von Rauchtabak eignet[1]).

Die gesammelten Tabakblätter werden vor ihrer Verarbeitung zu Kau-, Schnupf- und Rauchtabak zuerst getrocknet. Das Trocknen geschieht gewöhnlich in luftigen Schuppen oder im Freien unter einfacher Bedachung. Die von den Stengeln abgelösten Blätter werden mit den Stengelenden, an Schnüre gereiht, zum trocknen aufgehängt. Hierbei verliert sich fast immer die grüne Farbe des Tabakblattes. Die Blätter von *Nicotiana tabacum* sind im getrockneten Zustande meist schwärzlich, die von *N. makrophylla* gewöhnlich gelbbraun; die verhältnissmässig parenchymreichen Blätter von *N. rustica* behalten häufig noch zum Theil ihre ursprüngliche grüne Färbung.

Das Tabakblatt liefert, wie alle Blätter, viel Asche, was wohl hauptsächlich in der relativ grossen Menge an Oberhaut gelegen ist. Parenchymreiche, dicke Blätter geben weniger Asche als parenchymarme, dünne Blätter. Die Aschenmenge schwankt zwischen 15 und 27 Proc. In der Asche finden sich 25—50 Proc. Kalk, 7—15 Proc. Magnesia, im Mittel 3 Proc. Kali, 1 Proc. Phosphorsäure, ferner Kieselsäure, deren Menge bis auf 19 Proc. steigen kann, endlich etwas Natron, Thonerde und Eisenoxyd. Kaliarme Blätter veraschen, wie Schlösing zuerst nachwies, schwer. Durch Beizen solcher Blätter mit Weinstein- oder Potaschelösung glimmen sie besser und veraschen leichter.

Im Tabaksblatt, besonders in den Rippen, kommt stets etwas Salpeter vor.

Von organischen Körpern wurden im Tabak aufgefunden: Nicotin,

---

1) Ueber Cultur des Tabaks s. Babo und Hofacker, Der Tabak und sein Anbau. Karlsruhe 1852. Sehr werthvolle Mittheilungen hierüber, ferner über die chemische Beschaffenheit und Behandlung des Tabakblattes enthält eine ältere Schrift Hermbstädt's, Gründliche Anweisung zur Cultur der Tabakflanzen etc. Berlin 1822.

Nicotianin, Gummi, Harz, Wachs, Cellulose, Stärke, Huminkörper, Eiweiss, Apfelsäure, Citronsäure.

Das Nicotin $\left(N_2\begin{cases}C_5H_7\\C_5H_7\end{cases}\right)$ ist ein äusserst giftiges, stark alkalisch reagirendes vegetabilisches Alkaloïd, das bei gewöhnlicher Temperatur flüssig ist, bei 250° C. siedet, links dreht (Laurent) und dessen Dichte 1.033 (Barral) beträgt. Die Menge des Nicotins beträgt gewöhnlich 1—3 Proc. Nach Schlösing steigt der Nicotingehalt entrippter Blätter bis auf 8 Proc. Im Tabaksblatte scheint es vornehmlich an Aepfelsäure gebunden zu sein[1]. — Das Nicotianin ($C_{23}H_{32}N_2O_3$) oder der Tabakscampher ist ein farbloser, krystallisirender Körper von angenehmen Geruche, bitterem Geschmacke und neutraler Reaction, leicht löslich in Aether und Weingeist, schwer löslich in Wasser. Das Nicotianin bedingt den angenehmen Geruch des Tabaks[2].

Aus der Geschichte des Tabaks, über welchen interessanten Gegenstand wir eine oben bereits citirte, gründliche und umfassende Arbeit von Tiedemann besitzen, seien nur folgende Momente hervorgehoben: Columbus sah bei seiner Landung an der Insel Guanahani (1492) die Indianer den Tabak aus Maisblatt-Rollen (Tabaco) rauchen. Auch die Bewohner Hispaniolas, Mexikos und Nordamerikas rauchten zur Zeit der Entdeckung dieser Länder durch die Europäer. Das Rauchen aus Pfeifen ist ein uralter Gebrauch der nordamerikanischen Indianer, wie die Auffindungen von Rauchgeräthen in ihren alten Gräbern belegen.

Der Gebrauch des Tabaks hat sich über Europa von Spanien aus verbreitet. Die Pflanze *(N. tab.)* wurde dort in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts von Gonzalo Hernandez de Oviedo eingeführt, aber anfänglich nur der schönen rothen Blüthen wegen in Gärten gezogen; später wurden dort ihre Blätter zu Heilzwecken benutzt. Etwa zu derselben Zeit wurde der Tabak durch J. Nicot in Frankreich, durch Gessner in Deutschland und Caesalpinus in Italien bekannt. Kurz nach der Einführung des Krautes nach Frankreich, wurde dort daraus Schnupftabak erzeugt.

In der Mitte des 16. Jahrhunderts wurde in Spanien und Portugal bereits geraucht. Innerhalb eines Jahrhunderts verbreitete sich die Sitte des Rauchens, trotz vieler strenger Verbote, über ganz Europa; von Constantinopel aus, wo der Rauchtabak bereits im Anfange des

---

1) Ueber Nicotin, welches von Posselt und Reimann 1828 entdeckt wurde, s. Posselt und Reimann, Chemische Untersuchungen des Tabaks etc., eine von der medicinischen Facultät zu Heidelberg gekrönte Preisschrift 1828; auch im Magazin für Pharm. 24. p. 138. Planta und Kekulé, Ann. der Chem. und Pharm. 87. p. 1. Schlösing, Ann. de Chim. et de Phys. 3. XIX. p. 230.

2) Ueber das Nicotianin, welches Hermbstädt 1823 entdeckte, s. Baral, Compt. rend. 21. p. 1376.

17. Jahrhunderts bekannt war, über die asiatische Türkei und später über den grössten Theil Asiens. In der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts war in den damals bekannten Ländern Afrikas das Tabakrauchen ziemlich allgemein. Die Angabe, dass die Bewohner dieses Welttheils den Tabak vor der Entdeckung Amerikas kannten und das Rauchen desselben selbständig erfanden, hat sich als unrichtig herausgestellt. Am spätesten lernten die Bewohner Australiens den Rauchtabak kennen, und erst in unserm Jahrhunderte wurde sein Gebrauch durch amerikanische Seefahrer und europäische Colonisten dort eingeführt.

Die Menge des Tabaks, welche gegenwärtig in einem Jahre auf der Erde gewonnen wird, veranschlagt man auf nahezu 500 Millionen Kilogramm.

6. Pfefferminze.

Die Pfefferminze, *Mentha piperita L.*, wächst in England wild. In Mitteleuropa kommt sie hier und dort, z. B. im südwestlichen Deutschland [1], im verwilderten Zustande vor. Die cultivirte Form (*M. p. β. officinalis Koch.*) wird im grossen Massstabe in England (Mitcham) und Nordamerika (Michigan) gebaut, und fabriksmässig zur Darstellung von ätherischem Oel benutzt. Auch in Deutschland, Frankreich und Italien wird die Pflanze gebaut.

Das eigenthümliche ätherische Oel dieser Pflanze kommt in allen grünen Theilen derselben, besonders aber in den Blättern vor, weshalb vorzugsweise diese (*Folia menthæ piperitæ*) Gegenstand des Handels sind.

Die am oberen Theile verzweigten Stengel haben eine Höhe von 0.3—1 Met. Die Blätter sind an dem vierkantigen Stengel, wie bei allen Labiaten, gekreuzt-gegenständig. Die Blüthen bilden Scheinquirle, welche einen gipfelständigen, ährenförmigen Strauss bilden. Die oberen Deckblätter sind lanccttförmig. Die Zähne des röhrigen Kelches, fünf an Zahl, sind lancett-pfriemlich.

Die Blätter erreichen eine Länge von 7 und eine Breite von 3 Centim. Ihr Hauptumriss ist eiförmig oder länglich eiförmig, zugespitzt. An den der Blattspitze zugekehrten Stellen ist das Blatt scharf gezähnt. Gegen den Blattgrund zu nimmt der Rand wellenförmige Contouren an. Die Blätter sind deutlich gestielt. Der Blattstiel erreicht eine Länge von 1 Cent. Vom Hauptnerv entspringen mehrere, unter spitzem Winkel ablaufende, an der Unterseite des Blattes scharf hervor-

---

1) Koch (Taschenbuch der deutschen Flora. 3. Aufl. p. 399) hält die unweit Regensburg und bei Mühlheim in Oberbaden vorkommende Pflanze für wild.

tretende, nach oben zu bogenläufige Seitennerven. Oberseite der Blätter kahl, dunkelgrün; Oeldrüsen spärlich oder fehlend; Unterseite lichter, kurzhaarig, Haare blos an den Nerven reichlich vorhanden, mit zahlreichen Oeldrüsen besetzt.

Das Blatt besitzt den eigenthümlichen Geruch des Pfefferminzöls, und unterscheidet sich schon hierdurch von den Blättern der *Mentha viridis L. (= M. sylvestris L. δ. glabra Koch*[1]), welche auch manchmal als Pfefferminzblätter in den Handel kommen. Sicherer unterscheidet man das Blatt der letzteren von jenem der *M. pip.* durch den Mangel eines Blattstieles und durch die helle Farbe der Oberseite des Blattes.

Das aus den Blättern dargestellte ätherische Oel ist feiner als das aus der ganzen Pflanze bereitete. Die Stengel geben weniger und minderes Oel als das Kraut. Die Menge des ätherischen Oels, welches die ganze Pflanze liefert, beträgt im Mittel etwa 1 Proc.

Das Pfefferminzöl scheint ein Gemenge mehrerer Kohlenwasserstoffe zu sein, von welchen blos das Menthol oder der Pfefferminzkampher ($= C_{10}H_{18} + H_2O$) genauer untersucht ist. Das Menthol krystallisirt, schmilzt bei 36°, siedet bei 210°C. und dreht die Polarisationsebene nach links. Die Dichte des meist sauer reagirenden, farblosen oder grünlichen Pfefferminzöls schwankt zwischen 0.89—0.92. — Das in neuerer Zeit auch im deutschen Handel (Gehe et Comp. in Dresden) vorkommende feste japanische Pfefferminzöl ist Menthol. Es scheidet sich aus japanischem Pfefferminzöl schon zwischen 0° bis —8°C., aus deutschem erst bei —20°C. aus. Ueber die Stammpflanze des japanischen Pfefferminzöls ist nichts bekannt[2]).

7. Krauseminze.

Als Krauseminze kommen im Handel mehrere verschiedene *Mentha*-Arten, beziehungsweise deren Blätter vor; gewöhnlich *Mentha crispa L. (= aquatica L. γ. crispa Benth.)*, aber auch *M. sylvestris L. η. crispa Benth.* und *M. viridis L. γ. crispa Benth.*

Mentha crispa L. kommt in Norddeutschland und im südlichen Schweden und Norwegen wildwachsend vor, und wird daselbst auch cultivirt. *M. sylvestris crispa* und *M. viridis crispa* sind wohl nur Culturvarietäten, von denen die erstere in Süddeutschland, die letztere vorzugsweise in England cultivirt wird.

---

1) Koch l. c. p. 399.

2) Ueber gewöhnliches und japanisches Pfefferminzöl, ferner über Menthol s. Gorup-Besanez, Annalen der Chemie und Pharmacie. 119. p. 245 und Oppenheim, Ebendaselbst. 120. p. 350.

Die Krauseminze erscheint entweder als getrocknetes, zur Blüthezeit gesammeltes Kraut im Handel, oder es werden blos die Blätter zur Waare gemacht. In Betreff der Menge und Feinheit des aus dem ganzen Kraut und des aus den Blättern bereiteten ätherischen Oels gelten auch für die Krauseminze die oben bei der Pfefferminze gemachten Bemerkungen.

Die Blätter von *Mentha crispa* sind blasig, am Rande kraus, kurz gestielt, fast so breit als lang, (bis 3 Centim.), beiderseits behaart, unten mit zahlreichen Oeldrüsen versehen. — Die Blätter von *M. sylvestris crispa* haben eine ähnliche Oberflächengestalt, sind aber ungestielt, halbstengelumfassend, unterseits dicht behaart. — Die Blätter der zuletzt aufgeführten Krauseminzart nähern sich in Form und Oberflächenform den beiden anderen, sind aber ungestielt und ganz oder fast ganz kahl.

Mentha crispa ist die gesuchteste von den drei genannten Krauseminzen und zeichnet sich auch durch angenehmen Geruch vor den beiden andern aus.

Die Menge des ätherischen Oels der Krauseminze beträgt 1—2 Proc. Es ist zweifelsohne von Pfefferminzöl verschieden, indem es sauerstoffhaltig ist. Es scheint, dass die aus den genannten Arten der Pfefferminze gewonnenen Oele nicht völlig untereinander übereinstimmen.

8. Rosmarinblätter.

Rosmarinus officinalis L. ist ein die felsigen Küsten Südeuropas bewohnender Strauch. Im westlichen Theile seines Verbreitungsbezirkes (Spanien, Italien) ist er häufiger als im östlichen. In Griechenland wächst er nur spärlich wild, wird aber dort häufig cultivirt[1]).

Die Blätter dieser Pflanze, im Handel als folia rosmarini oder folia anthos bekannt, sind im frischen Zustande lineal, 3 Cent. lang, bis 6 Millim. breit; trocken nehmen sie in Folge starker seitlicher Schrumpfung eine fast nadelförmige Gestalt an, indem die Breite des Blattes auf etwa 2 Millim. gesunken ist, während die Länge desselben sich kaum geändert hat. Die Blätter sind stumpf, ungestielt, ganzrandig, lederartig, im trocknen Zustande hart und spröde, am Rande eingerollt, oben kahl, dunkelgrün, mit einer Längsfurche versehen, unten netzaderig, mit weissem Filze bedeckt. — Die Oeldrüsen finden sich vorzugsweise an den Rändern der unteren Blattseite; an den übrigen Stellen des Blattes kommen sie nur sehr spärlich vor. Die

1) Heldreich, Die Nutzpflanzen Griechenlands. p. 33.

Grübchen der oberen Blattfläche entsprechen nicht den Oeldrüsen, sind aber manchmal dafür gehalten worden.

Die Dicke und Derbheit der die obere Blattseite bedeckenden Epidermis und der darunter liegenden Zellen des Mesophylls erklärt die Lederartigkeit und Steifheit der Rosmarinblätter.

Die Rosmarinblätter besitzen einen starken, keineswegs angenehmen, campherartigen Geruch und einen aromatisch-bitteren, etwas beissenden Geschmack.

Die Menge des in diesen Blättern enthaltenen ätherischen Oels beträgt etwa 1 Proc. Das Rosmarinöl ist dünnflüssig, farblos oder etwas gelblich, neutral, dreht die Polarisationsebene nach links; seine Dichte beträgt 0.88—0.91. Es siedet erst über 166°C. und löst sich in starkem Weingeist. Nach Kane's[1]) Untersuchungen ist das Rosmarinöl ein Gemenge eines Camphens und eines sauerstoffhaltigen ätherischen Oels. Ersteres dreht nach links, letzteres nach rechts. Aus dem sauerstoffhaltigen Antheil sondert sich bei niederer Temperatur ein dem gewöhnlichen Campher sehr nahestehender, ebenfalls nach rechts rotirender Körper ab.

Die Rosmarinblätter werden blos zur Darstellung des Rosmarinöls verwendet.

9. Patschuli.

Das Patschulikraut wird seit den zwanziger Jahren nach Europa gebracht und findet gegenwärtig in grosser Menge Verwendung zur Herstellung verschiedener Parfümeriewaaren[2]).

Ueber die Abstammung des Patschuli (Patchouli, Patchouly) blieb man so lange im Unklaren, bis es gelang die in Indien einheimische Patschulipflanze in Frankreich zur Blüthe zu bringen. Pelletier beschrieb sie als *Pogostemon Patchouli.* Seit dieser Zeit wird das käufliche Patschuli allgemein von der genannten Labiate abgeleitet. Ich kann indess der Meinung, dass *Pog. Pat.* die alleinige Stammpflanze des in Rede stehenden Rohstoffes ist, nicht beistimmen. Ich finde nämlich im deutschen und österreichischen Handel die Blätter zweier gänzlich von einander verschiedener Pflanzen unter dem Namen Patschuli. In morphologischer Beziehung verschieden, scheinen sie in chemischer Beziehung sich sehr nahe zu stehen; zweifelsohne enthalten sie dasselbe ätherische Oel. Das Blatt der einen Patschulisorte stimmt

---

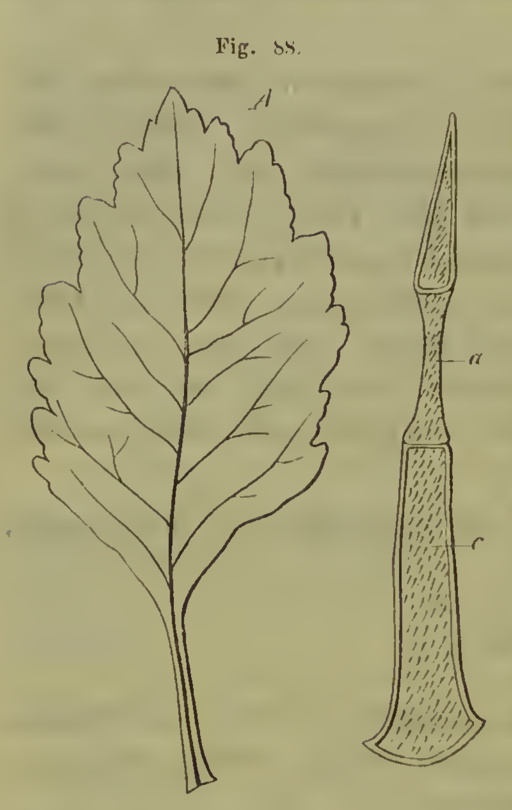
1) Ann. der Chemie und Pharm. 32. p. 284.

2) In Frankreich kennt man diesen Rohstoff seit dem Jahre 1825. Guibourt l. c. II. p. 457.

völlig genau mit den Blättern überein, die ich von *Pog. Pat.* gesehen [1]. Die andere, im Handel keineswegs selten vorkommende Sorte [2]) besteht aus den Blättern einer Pflanze, welche weder mit einer der bis jetzt bekannten *Pogostemon*-Arten, noch mit den früher als Stammpflanzen des Patschulis bezeichneten Gewächsen [3]) übereinstimmt.

Das echte Patschuliblatt ist eiförmig, in den langen Blattstiel verschmälert, am Rande mit gezahnten Ausbuchtungen versehen, fiedernervig, beiderseits behaart. Im trocknen Zustande besitzt es eine gelbbräunliche, stellenweise grünliche Farbe, sinkt nach dem Einweichen in Wasser nach einigen Stunden unter, nachdem es die Flüssigkeit ziemlich lebhaft gelbbräunlich gefärbt hat. Die Blätter der bei uns als Topfpflanze gezogenen *Pog. P.* erreichen eine Länge von 7 und eine Breite von 4 Cent. Der Blattstiel hat etwa die halbe Länge der Blattfläche. Die Blätter der indischen Pflanze erreichen nahezu doppelt so grosse Dimensionen. — Die untere Epidermis besteht aus tiefbuchtigen, im Mittel etwa 0.081 Millim. langen und 0.049 Millim. breiten Zellen, zwischen welchen zahlreiche, in der Flächenansicht kreisförmige, circa 0.027 Millim. im Durchmesser haltende Spaltöffnungen vorkommen. Die obere Epidermis enthält kleine, geradlinig contourirte oder nur wenig ausgebuchtete Oberhautzellen und birgt nur sehr wenige Spaltöffnungen. Das kleinzellige, sternförmige Parenchym, in welchem zahlreiche zusammengefallene, in Kalilauge aufquellende, bräunliche Drüsen vorhanden sind, enthält noch ziemlich viel wohlerhaltenes Chlorophyll. Die Haare sind durchaus einfach und bestehen meist aus 2—3 Zellen,

Fig. 88.



A natürliche Grösse. Ein Blatt von *Pogostemum Patchuli*. *B* Vergr. 300. Ein Haar von der Unterseite des Blattes. *a* Zusammengefallene Zelle. *c* Cuticula.

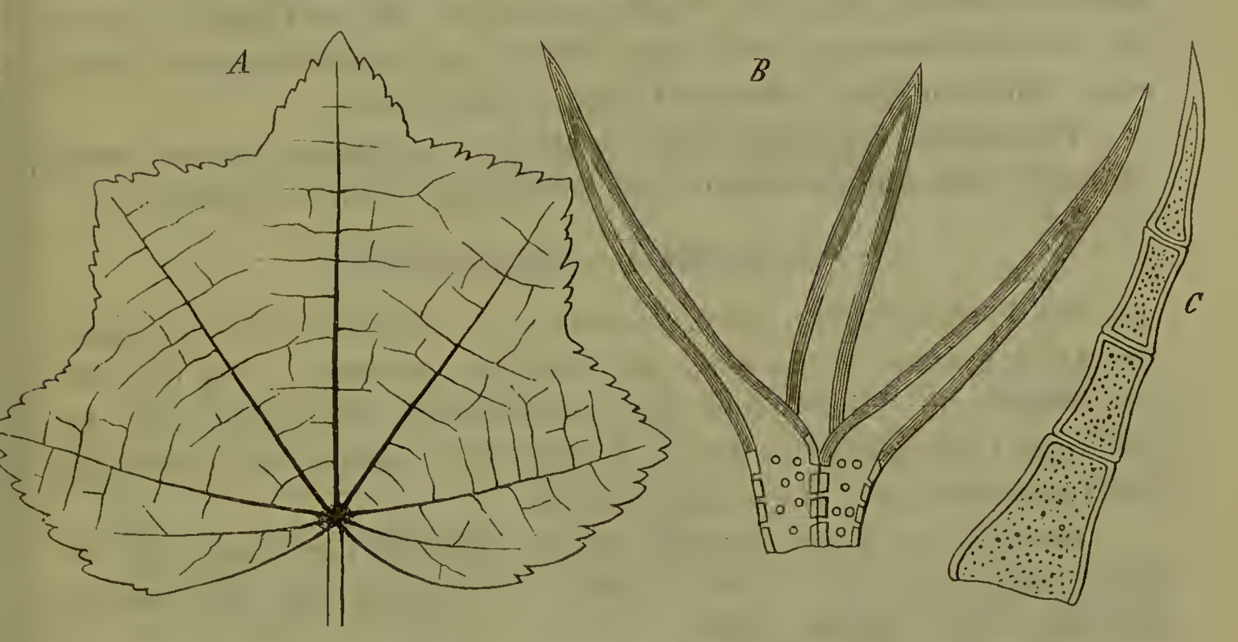
1) *Pogostemon Patchouli* wird im Wiener botanischen Garten cultivirt. Die Exemplare stimmen mit den Abbildungen und mit indischen Herbarexemplaren bis auf die etwas kleineren Blätter überein. Die im Texte gegebene Abbildung wurde nach der Gartenpflanze gezeichnet.

2) Die mir von Gehe et Co. zugesendeten Patschuliproben gehören durchwegs dieser Sorte an.

3) Ueber diese s. Guibourt l. c. II. p. 457.

von denen nicht selten eine stark zusammengefallen ist, was vielleicht darauf hindeutet, dass die Patschuliblätter vor ihrer vollständigen Ausbildung gesammelt werden. Die Haare sitzen mit kreisförmiger Basis auf und sind mit einer der Länge nach gestrichelten Cuticula versehen.

Fig. 89.



A natürliche Grösse. Patschuliblatt unbekannter Abstammung. B C Vergr. 300. Haare von der Unterseite des Blattes. B Sternhaar, C einfaches Haar.

Patschuliblätter zweifelhafter Abstammung. Bis 5 Cent. lang, und bis 7 Cent. breit, 5—7lappig, mit herzförmiger Basis, langgestielt, handnervig, beiderseits behaart. Die Seitennerven kreuzen sich meist unter rechtem Winkel, wodurch die Oberfläche mit quadratischen Netzmaschen versehen erscheint. Die trockenen Blätter sind oberseits tief- bis schwarzgrün, unterseits in Folge der starken Behaarung fast silbergrau. Die untere Oberhaut besteht aus buchtigen, meist etwa 0.06 Millim. langen, mit zart punctirt-streifiger Cuticula versehenen Zellen, zwischen denen zahlreiche elliptisch contourirte Spaltöffnungen auftreten. Die obere Oberhaut setzt sich aus nur wenig ausgebuchteten und etwas kleineren Zellen zusammen, zwischen denen keine Spaltöffnungen zu bemerken sind. Die Haare erreichen manchmal eine Länge von 2 Millim. und sind theils einfach, theils sternförmig zusammengesetzt. Erstere bestehen aus 1—4 von einer körnigen Cuticula überzogenen Zellen; letztere besitzen deutlich geschichtete, mit glatter Cuticula überzogene, an der Basis porös verdickte Wände. Drüsen habe ich an diesen Blättern nicht beobachtet. Das Parenchym enthält reichlich Krystallaggregate von oxalsaurem Kalk, die einen Durchmesser von 0.036 Millim. erreichen.

Alle Patschuliblätter erscheinen im Handel in Form kleiner, platter,

dicht zusammengesetzter Knäuel. Die Blattstiele sind an der Handelswaare meist von den Blattflächen getrennt.

Das Paschulikraut hat einen an Moschus erinnernden, intensiven Geruch und einen erwärmenden Geschmack.

Es enthält bis 2 Proc. eines bräunlichen, ätherischen Oels von der Zusammensetzung $C_{15}H_{28}O$, welches zwischen 282 und 294 °C. siedet, die Polarisationsebene nach links dreht und nach längerem Stehen einen mit dem Oele isomeren Campher abscheidet[1].

Pogostemon Patschuly Pellet. wird in den Gärten Indiens häufig cultivirt; auch auf Martinique und Guadeloupe wird sie gezogen[2].

10. Färberscharte.

Die Färberscharte, *Serratula tinctoria L.*, ist eine über den grössten Theil Europas verbreitete, auf sonnigen, steinigen, licht bewaldeten Hügeln, an Waldrändern etc. vorkommende Composite. Ihre Anwendung zum Gelbfärben hat in neuerer Zeit, nämlich seit Einführung der Quercitronrinde, stark abgenommen.

Zum Färben dient entweder die gewöhnliche Form, oder die Varietät *integrifolia Pers.*, welche reicher an Farbstoff sein soll, und hier und dort auch cultivirt wird.

Die Stengel der Scharte sind zur Blüthezeit 0.5—1 Met. hoch, 2—5 Millim. dick, am oberen Ende verästelt, kahl, wie die ganze Pflanze, und mit scharf vorspringenden Riefen versehen. Die Blätter sind sitzend, lancettförmig, zugespitzt, tiefgesägt; jeder Sägezahn endigt in eine scharfe Spitze. Mittelrippe dick, Seitennerven zart, reichlich netzförmig vertheilt. Die Blätter haben gewöhnlich eine Länge von 2—12 und eine Breite von 1—4 Cent. Die Blätter der wildwachsenden Form sind am unteren Ende fiederförmig gespalten. Die etwa 2 Cent. langen Blüthenköpfchen stehen in lockeren Sträussen. Blüthe rothviolett, Hüllkelch aus schwarzvioletten, zugespitzten, dicht übereinander liegenden Blättchen bestehend.

Die grünen Theile der Pflanze enthalten einen gelben Farbstoff, der sich schon durch kochendes Wasser extrahiren lässt und noch nicht genauer untersucht wurde. Die im getrockneten Zustande im Handel vorkommende Scharte dient zum Gelbfärben und zur Darstellung von Schüttgelb.

---

1) Gal, Compt. rend. 68. p. 406.

2) Cat. des col. fr. p. 122.

Sechzehnter Abschnitt.

Blüthen und Blüthentheile.

Die Anzahl der technisch verwendeten Blüthenstände, Blüthen und Blüthentheile ist eine so geringe, dass eine übersichtliche Zusammenstellung ihrer gemeinsamen Charactere ebensowenig als eine einleitende Uebersicht ihrer Unterschiede von Nutzen sein würde.

Die unten folgenden Beschreibungen der einzelnen hierher gehörigen, untereinander höchst verschiedenartigen vegetabilischen Rohstoffe werden gewiss ausreichen, um sie von einander unterscheiden, und ihre Eigenthümlichkeiten erfassen zu können.

Es sei hier nur bemerkt, dass kaum bei einer andern Gruppe vegetabilischer Rohstoffe die gewöhnliche systematisch-botanische Beschreibung für ihre Unterscheidung so sehr in Betracht kommt, als gerade bei dieser. Zur Darlegung der Eigenschaften der technisch verwendeten Blüthen ist es indess auch, wie bei allen übrigen vegetabilischen Rohstoffen nothwendig, in histologische und chemische Details einzugehen.

Uebersicht der Gewächse, deren Blüthen technisch verwendet werden.

1) Mimoseen.

Acacia Farnesiana Willd. Westindien. In den Tropen häufig cultivirt, hält auch im südlichen Europa im Freien aus. Die lieblich duftenden Blüthen werden in neuerer Zeit häufig in der Parfümerie verwendet. Im Handel erscheinen sie oft unter dem unrichtigen Namen Cassiablüthen[1]. Die Menge der Acacienblüthen, welche im südlichen Frank-

---

1) Cassiablüthen oder Zimmtnägelchen, manchmal als Gewürz und in der Liqueurfabrication angewendet, sind die getrockneten Blüthen von *Cinnamomum Cassia Blume*. (S. oben bei Zimmtcassie.)

reich jährlich gewonnen wird, beträgt 10—20000 Kgr. S. Bonplandia 1861. p. 60. Beer, Der Gartenbau auf der Pariser Ausstellung. Offic. österr. Bericht V. p. 56[1].

2) Papilionaceen.

Butea frondosa Roxb. Indien. Die Blüthen, im indischen Handel Palas-phûl oder Kesu dân genannt, dienen in Indien zum Gelbfärben. Miquel, Fl. von Nederl. Ind. II. p. 206. Wiesner, Fachmänn. Berichte über die ostasiatische Exped. A. p. 313.

B. superba Roxb. Indien. Die Blüthen finden dieselbe Verwendung wie die der vorgenannten Pflanze. Cat. des col. fr. p. 102.

Sophora japonica L. Japan, China. Die getrockneten Blüthen bilden die chinesischen Gelbbeeren (Waifa, Natalkörner), welche in China stark, bei uns noch selten zum Gelbfärben angewendet werden. Bolley, Technologie der Spinnfasern. p. 70.

3) Rosaceen.

Rosa gallica L. (=R. provincialis Ait.)
R. centifolia L.
R. damascena Mill.
R. moschata Mill. (=R. sempervirens Dupont.)
R. sempervirens L.
} S. Rosenblätter.

4) Aurantiaceen.

Citrus Bigaradia Risso (=C. vulgaris DC.)
C. aurantium Risso
} S. Orangenblüthen.

5) Malvaceen.

Alcea rosea L. (=Althæa rosea Cav.) S. Malvenblüthen.

6) Philadelpheen.

Philadelphus coronarius L. Südeuropa. Im südlichen Frankreich als Parfümeriepflanze im Grossen gezogen. Beer l. c. p. 56.

7) Lythrarieen.

Grislea tomentosa Roxb. (= Lythrum fruticosum L.) Indien und Sundainseln. Die Blüthen dienen zum Gelb- und Rothfärben von Baum-

---

1) Beer nennt hier die Blüthen von *Acacia Farnesiana* stets Cassiablüthen.

wollenzeugen in Indien. Unter dem Namen Dhâya-phûl kommt diese Waare in den Bazaren Bombay's vor. Wiesner, Fachmännische Berichte über die österr. Exped. nach Ostasien. 1872. A. p. 314.

8) Caryophyllineen.

Caryophyllus aromaticus L. (=Eugenia caryophyllata Thunb.) S. Gewürznelken.

9) Oleaceen.

Olea fragrans Thunb. Japan. Wird in der Umgebung von Canton cultivirt und dient zum Parfümiren (Beduften) des Thees. Scherzer, Commerciell-statistische Ergebnisse der Novara-Expedition.

10) Jasmineen.

Jasminum grandiflorum L. Indien. In Südeuropa häufig cultivirt. Liefert die spanischen und französischen Jasminblüthen. Im südlichen Frankreich in grosser Menge als Parfümeriepflanze gezogen. Die jährliche Ernte an Jasminblüthen beträgt im südlichen Frankreich (Cannes, Grasse, Nîmes, Nizza) 50000 Kgr. Duchesne, Plantes utiles. p. 72. Beer l. c. p. 56.

J. Sambac Vahl. (= Mogorium Sambac Lam. = Nyctanthes Sambac L.) Wird seiner wohlriechenden Blüthen wegen um Canton gepflanzt und dient zum Beduften des Thees. Duchesne l. c. p. 76. Scherzer l. c.

Nyctanthes arbor tristis L. Indien. Die Blüthen dienen dort zum Orangefärben. Duchesne l. c. p. 76. Bancroft, Natur der beständigen Farben. I. p. 388.

11) Apocyneen.

Plumiera alba L. Westindien. Blüthen für die Parfümerie. Duchesne l. c. p. 111. Cat. des col. fr. p. 108.

12) Labiaten.

Lavandula officinalis Chaix. (= L. angustifolia Ehrh. = L. spica α L. = L. vulgaris α Lam.)
L. spica Chaix. (= L. latifolia Ehrh.)
} S. Lavendelblüthen.

13) Compositen.

Carthamus tinctorius L. S. Saflor.

14) Dipsaceen.

Dipsacus fullonum Mill. Die Blüthen dieser Pflanze sind als Karden bekannt und dienen zum Kardätschen in der Tuchfabrication.

15) Amaryllideen.

Narcissus Jonquilla L. Südeuropa. In Südfrankreich der Blüthen (Jonquillen) halber als Parfümeriepflanze gehalten. Duchesne l. c. p. 41. Beer l. c. p. 56.

N. calathinus Gawl. Bot. Mag. (= *N. odorus Willd.*). Südfranzösische Parfümeriepflanze. Duchesne l. c. p. 41.

N. Tazetta L. (= *N. multiflorus Lam.*). Südfranzösische Parfümeriepflanze. Beer l. c. p. 56.

16) Irideen.

Crocus sativus Smith (= *C. sativus L. α autumnalis* = *C. officinalis Pers.*). S. Safran.

C. vernus Al. (= *C. sativus L. β vernus*). S. Safran.

C. serotinus Ret. Sicilien.
C. Pallasii Goldb. Taurien.
C. susianus Ker. Kleinasien.
} Liefern Safran, welcher local zum Färben dient. Flückiger, Pharmakognosie. p. 535.

17) Liliaceen.

Hyacinthus orientalis L. Orient, Nordafrika. Wird im südlichen Frankreich im freien Grunde als Parfümeriepflanze gezogen. Beer l. c. p. 56.

Polianthes tuberosa L. Mexiko. Desgleichen.

1. Rosenblätter.

Die Blumenblätter mehrerer Rosenarten werden im frischen Zustande zur Darstellung des Rosenöls, eines der wichtigsten in der Parfümerie benutzten ätherischen Oele, und des Rosenwassers benutzt. Rosenblätter kommen jedoch auch im getrockneten Zustande in den Handel, um entweder in der Medicin oder Parfümerie Verwendung zu finden [1]).

---

1) In Griechenland bereitet man aus den Blumenblättern von *Rosa gallica L.* und *R. centifolia L.* durch Einkochen in Zucker oder Honig ein beliebtes Getränk, Glyko genannt. Auch wird dort Rosenwasser bereitet. Das in Griechenland gebrauchte Rosenöl kommt aus der Türkei. Heldreich, Die Nutzpflanzen Griechenlands. p. 64 und 66.

Folgende Species der Gattung *Rosa* liefern erwiesenermassen Rosenblätter für den Handel: *R. centifolia L.*, *R. gallica L.*, *R. damascena Mill.*, *R. moschata Mill.* und *R. sempervirens L.* — Die Heimat der erstgenannten, in unseren Gärten so häufig gezogenen Art, ist der Orient, wo sie nach Marschall von Bieberstein noch wildwachsend vorkommt. *R. gallica* ist im Kaukasus und im südlichen Europa zu Hause; in Mitteleuropa kommt sie nur zerstreut vor. *R. moschata* tritt im wärmeren Europa nur verwildert auf; ihre Heimat sind die Thäler des Himalaya. Ueber das ursprüngliche Vorkommen der Damascenerrose ist man nicht in's Klare gekommen, da sie bis jetzt wohl im verwilderten, aber noch nie im wilden Zustande beobachtet wurde.

Die genannten Rosenarten werden in den Gärten der warmen und gemässigten Zonen häufig als Zierpflanzen gezogen. Für die Zwecke der Gewinnung von Rosenöl, Rosenwasser oder von trockenen Rosenblättern werden die Rosen auf Aeckern gepflanzt. In Europa existiren solche Rosenfelder zu Cannes, Grasse, Provins und Nimes in Frankreich. Auf einem Acre stehen etwa 10000 Rosenstöcke, die im Jahre durchschnittlich 2500 Kgr. Rosenblätter liefern[1]. Die daselbst gewonnenen Rosenblätter werden vornehmlich auf wohlriechende Wässer verarbeitet; es wird aus diesem Rohmaterial wohl auch Rosenöl erzeugt, aber die Menge desselben ist so unbedeutend, dass sie für den europäischen Handel kaum in Betracht kommt.

Die für die Erzeugung des Rosenöls wichtigen Länder sind gegenwärtig blos Egypten (Medinet-Fajum), Indien (Ghazipur am Ganges) und die Türkei (Südabhänge des Balkans). Das seiner Rosenzucht halber ehemals berühmte südliche Persien (Schiras) erzeugt gegenwärtig kein Rosenöl, sondern erhält es, nach den Berichten Brugsch's aus Indien[2]. Das egyptische und indische Rosenöl ist für den europäischen Handel bedeutungslos, und nur die türkische Waare erscheint hier in grossen Quantitäten.

Ueber die Cultur der Rose und über die Gewinnung des Rosenöls in der Türkei, erstattete F. v. Hochstetter einen sehr lehrreichen Bericht, der sich theils auf seine eigenen, theils auf Beobachtungen stützt, welche ein in Kisanlik lebender Deutscher, J. Kasselmann, machte. An den Südabhängen des Balkans werden hauptsächlich drei Rosenarten: *Rosa damascena*, *sempervirens* und *moschata* cultivirt. Die Rosen werden wie Weinstöcke gehalten; nicht selten findet man Rosen und Weinstöcke auf einem und demselben Acker. Etwa 150 Ortschaften treiben die Rosencultur. Der bedeutendste Rosendistrict ist die Um-

---

1) Beer l. c. p. 57.

2) Reise der preuss. Gesandtschaft nach Persien 1863. II. p. 181.

gebung von Kisanlik, welche in günstigen Jahren bis zu 2000 Kgr. Oel producirt. Daran schliessen sich zunächst: Czirpan, Philippopel, Karlowa und Jeni-Sagra. Die Rosen werden im Monat Mai, vor Beginn des völligen Aufblühens, abgeschnitten, und sammt den grünen Kelchen einer Destillation unterworfen. Die Destillirblase ist aus Kupfer gefertigt, die Erhitzung geschieht über freiem Feuer. In die Destillirblase kommen auf 10—20 Oka Rosen 50 Oka Wasser. Im Kühlgefäss sammelt sich Wasser und Rosenöl an, welches auf der Oberfläche des ersteren schwimmt. Die Abscheidung des Oels geschieht mittelst enghalsiger Trichter, welche wohl den Durchtritt des Wassers, nicht aber des Oels gestatten. 5000 Gewichtstheile Rosen geben bei gut geführter Operation einen Gewichtstheil Rosenöl[1]).

Im Handel erscheinen als Rosenblätter ausschliesslich blos die Blumenblätter von *Rosa gallica* und *centifolia*, weshalb in der nun folgenden Beschreibung der Rosen-Blumenblätter hauptsächlich auf diese beiden Arten Rücksicht genommen werden soll. Von der erstgenannten sammelt man blos die Blüthenblätter der dunkelrothen, halbgefüllten Varietät. Die Blätter (Blumenblätter) sind flach, tiefroth, in's Violette geneigt, mit gelbem Nagel versehen. Rasch im Schatten getrocknet, verliert sich ihre Farbe nicht, wird im Gegentheil noch dunkler und lebhafter roth; auch nehmen sie im trocknen Zustande ein sammetartiges Aussehen an. Die Blätter haben einen herben, gerbstoffartigen Geschmack und einen feinen Rosengeruch. Unter allen Rosen erhält keine im getrockneten Zustande so lange ihren eigenthümlichen Geruch, als *Rosa gallica*. *Rosa centifolia* hat breite, häufig herzförmig gestaltete, im trocknen Zustande blass rosenrothe, etwas herbe schmeckende und nur schwach riechende Blumenblätter.

Die oberere Oberhaut des Rosenblattes besteht aus kurzen, etwas papillösen Zellen, die Elemente der unteren Epidermis sind hingegen stark abgeplattet und ausgebuchtet. Die Zellen führen den Farbstoff im aufgelösten Zustande neben kleinen Stärkekörnchen und Fetttröpfchen.

Die Rosenblätter enthalten ausser den gewöhnlichen Pflanzenbestandtheilen noch Spuren von Rosenöl, nach Filhol auch etwas Quercitrin. Der genannte Chemiker hat darin 20 Proc. Invertzucker nachgewiesen.

Das Rosenöl ist ein wechselndes Gemenge eines festen und eines flüssigen Körpers. Die Menge des festen Antheils schwankt zwischen 6 und 68 Proc. Der erstere, auch Rosencampher genannt, schmilzt bei 35 °C., siedet bei 280—300 °C., krystallisirt und ist sublimirbar.

---

1) v. Hochstetter, Reise durch Rumelien. Mittheilungen der Wiener geographischen Gesellschaft. 1869.

Nach Blanchet[1]) kommt diesem Körper die Formel C_8H_{16} zu. Der flüssige Antheil des Rosenöls soll sauerstoffhaltig sein. Genauere Untersuchungen über diesen Körper sind erst zu erwarten.

Das Rosenöl schmeckt süsslich, erstarrt zwischen 15—30° C., und löst sich in heissem Alkohol leicht, in kaltem schwer[2]).

2. Orangenblüthen.

Diese Blüthen werden nicht nur im frischen, sondern auch im conservirten (getrockneten oder eingesetzten) Zustande zur Darstellung von Neroliöl, und auch sonst noch in der Parfümerie verwendet. Im Handel führen sie auch den Namen flores naphæ.

Die besten wohlriechendsten Orangenblüthen kommen nicht, wie häufig angegeben wird, vom Orangenbaume *(Citrus aurantium Risso)*, sondern vom bitteren Pomeranzenbaum oder der Bigarade *(Citrus Bigaradia Risso = Citrus vulgaris DC.)*.

Die Blüthen dieses Baumes sind 10—15 Millim. lang, der Kelch ist fünfeckig, (bei den Blüthen von *C. aurantium* oval). Die im frischen Zustande weisse, fleischige Blumenkrone ist im trocknen Zustande dünn und pergamentartig, schmutziggelb, an der oberen Seite mit bräunlichen, punctförmigen Drüsen besetzt. Die Zahl der Staubfäden beträgt 33—34, (die Blüthen von *C. aurantium* besitzen blos 20—22 Staubfäden), sie stehen theils einzeln, theils gruppiren sie sich in 5—8 flache Bündel. Fruchtknoten 2—3 Mm. dick, 12—14fächerig, (bei *C. aur.* 9—11fächerig); im trocknen Zustande gewöhnlich wie der Griffel und die dicke Narbe bräunlich bis schwarz gefärbt[3]). Der in Massen vorhandene Blüthenstaub besteht aus länglichen, glatt begrenzten, 0.036 Mm. dicken Pollenkörnern.

Das Mesophyll der Blüthenblätter enthält ziemlich knapp unter dem Epithel Oelräume, welche durch Resorption von Parenchymzellen entstanden sind.

Die Blüthen haben, auch im trocknen Zustande, einen lieblichen und kräftigen Geruch und einen bitter-aromatischen Geschmack.

Das Neroliöl, auch Orangenblüthenöl genannt, ist farblos, reagirt neutral, dreht rechts, seine Dichte schwankt zwischen 0.85 und 0.89.

---

1) Annalen der Chemie und Pharm. 7. p. 154.

2) Das Rosenöl des Handels ist vielen Verfälschungen ausgesetzt. Die viel verbreitete Angabe, dass Geraniumöl hierzu dient, ist irrig. Sehr stark, besonders in England, wird das Rosenöl mit Idrisöl (Grass-oil, Citronell-oil; s. oben p. 636 und 668), welches fälschlich auch Geraniumöl genannt wird, versetzt.

3) A. Risso, Mémoire sur l'histoire naturelle des Oranges etc. Annales de Museum. XXII. p. 169.

Es ist wohl ein Gemenge mehrerer Kohlenwasserstoffe. Beim Stehen wird es bräunlich und scheidet einen Campher (Nerolicampher) aus, welcher aus farblosen, glänzenden, geruch- und geschmacklosen, neutralen Krystallen besteht, welche sublimirbar sind, schon bei 55°C. schmelzen, sich nicht in Wasser, leicht in heissem Alkohol und in Aether lösen und 83.76 Proc. Kohlenstoff und 15.08 Proc. Wasserstoff enthalten [1].

3. Malvenblüthen.

Die Blüthen der in Griechenland und Kleinasien wildwachsenden, bei uns in Gärten häufig gezogenen Stock- oder Pappelrose, *Alcea rosea L.*, werden in neuerer Zeit zum Färben, namentlich von Weinen und anderen Genussmitteln verwendet. Die Pflanze wird zu diesem Zwecke in einigen Gegenden Deutschlands und in Ungarn eigens cultivirt. In Griechenland sollen nach Heldreich auch die Blüthen wildwachsender Pflanzen gesammelt werden.

In unseren Gärten erscheint die stattliche bis 3 Met. hohe Pappelrose in den verschiedensten Farbenvarietäten. Die Blüthenfärbung variirt von reinem weiss durch roth und violett bis schwarzroth und braunschwarz. Zur Erzielung verkäuflicher Malvenblüthen cultivirt man blos die schwärzlich blühenden, halbgefüllten Spielarten.

Im Handel kommen entweder ganze Blüthen, oder blos die Blumenblätter vor.

Die grossen bis handbreiten Blüthen besitzen einen doppelten Kelch. Der Aussenkelch ist 6—9blätterig, der eigentliche innere Kelch 5blätterig. Die Blätter des etwa um $^1/_4$ kleineren Aussenkelches sind von der Mitte an, die des inneren etwa vom untern Drittel an verwachsen. Beide Kelche erscheinen oberseits kahl, unterseits zottig. Das Mikroskop lehrt, dass die obere Oberhaut sämmtlicher Kelchblätter mit einfachen, nur selten gabeligen Haaren, hingegen die untere Epidermis mit starken Sternhaaren besetzt ist. Unterhalb der ersteren liegt ein an Krystallaggregaten von oxalsaurem Kalk reiches Mesophyll, welches durch die Oberhaut hindurch sichtbar ist. — Die Blumenkrone besteht aus 5 oder mehr freien, in spiraliger Anordnung auftretenden aufrecht herzförmigen oder abgerundet dreieckigen, bis 5 Cent. breiten, bis 4 Cent. langen, am Grunde gewöhnlich gelben und daselbst zottig behaarten, mit dichotomisch vertheilten Gefässbündeln versehenen Blumenblättern. Das untere Ende der sonst dünnen Blumen-

---

1) Ueber Neroliöl und Nerolicampher s. Plisson, Journ. Pharm. T. 15 und 20, und Boulay ebendaselbst T. 14.

blätter ist fleischig. An der Seite sind die Blumenblätter ganzrandig, an der oberen Grenze hingegen stets mehr oder minder deutlich buchtig. Ein zartes stärkeführendes, aus polygonalen, etwa 0.024 Mm. breiten Zellen zusammengesetztes Epithel bedeckt die Blüthenblätter beiderseits. Die Zellen des unteren Epithels sind fast immer, die des oberen hier und dort mehr oder weniger deutlich wellenförmig contourirt. Das Mesophyll der Blüthenblätter ist sehr schleimreich. Reisst man frische Blüthenblätter auseinander, so zieht sich der Schleim in Fäden auseinander. — Die Staubbeutel sind hier, wie bei allen Malvaceen, in ein Bündel verwachsen. — Die Pollenkörner, kugelförmig gestaltet, mit stachliger Oberfläche versehen, messen 0.148 Mm. im Durchmesser. Trockene Malvenblätter sind zusammengeknittert und häufig eingerollt.

Der Farbstoff zeigt die Löslichkeitsverhältnisse und die Reactionen des Anthocyans, er wird durch Säuren lebhaft roth, durch Alkalien, je nach der Menge des darin enthaltenen Gerbstoffs, blau bis grün.

4. Gewürznelken.

Die Gewürznelke steht seit dem Mittelalter in Europa in ausgedehnter Verwendung. Ihre starke Benutzung als Gewürz ist bekannt. Ihre grosse Bedeutung als Handelswaare verdankt sie nicht nur ihrem Gebrauch im Haushalte, sondern auch ihrer gewerblichen und medicinischen Benutzung. Der Gehalt der Gewürznelke an einem stark und angenehm riechenden ätherischen Oel erhebt sich zu einer unter den aromatischen Rohstoffen des Pflanzenreiches allein dastehenden Höhe; er beträgt nämlich bis 25 Proc. Dieser Reichthum an Oel und die leichte und massenhafte Production der Gewürznelke in den Tropenländern erklärt genügend ihre starke Verwendung in der Parfümerie. Ehemals diente sie ihres hohen Gerbstoffgehaltes wegen auch zum Schwarzfärben auf Seide; eine begreiflicherweise längst aufgegebene Verwendung.

Die Gewürznelke ist eine im Knospenzustande befindliche Blüthe, wie die innerhalb der festgeschlossenen Blumenblätter stehenden Staubfäden und der von letzteren umschlossene Griffel lehrt. Die auf Rumph's Schriften zurückzuführende, fast in allen Lehrbüchern der Pharmakognosie und Waarenkunde enthaltene Angabe, dass die dunkle characteristische (nelkenbraune) Färbung der käuflichen Gewürznelke durch eine Trocknung im Rauche hervorgerufen werde, ist nach dem chemischen Verhalten dieser Waare zu schliessen nicht als richtig anzunehmen. Diese dunkle Farbe der Gewürznelke scheint sich von selbst beim Trocknen einzustellen, wie etwa bei den Blättern von *Melampyrum*-Arten, welche beim Trocknen von selbst schwarz werden. Herbarexemplare der Stammpflanze — *Caryophyllus aromaticus L.* — mit grünen Blättern und schwarzen Blüthenknospen bestärken mich in dieser

auch von Flückiger getheilten Meinung. Ich bemerke hier auch noch, dass ich unentfaltete Blüthenzweige des Gewürznelkenbaumes aus Réunion, die ich auf der Pariser Ausstellung (1867) erwarb, mit grünen Blättern, braunen Stielen und fast schwarzen Blüthenknospen aufbewahre.

Die Heimat von *Coryophyllus aromaticus* sind die Molukken und Neuguinea. Gegenwärtig wird der Baum in vielen andern Tropenländern erfolgreich cultivirt, so in Brasilien, auf Réunion, in Zanzibar, von woher gegenwärtig wohl die grössten Mengen dieser Waare in den Handel gebracht werden.

Die mit weissen Corollen versehenen Blüthen stehen an dreimal sich gabelförmig verästelnden Stielen. Sie werden vor ihrer Oeffnung sammt den Stielen von den Bäumen abgetrennt, zu einer Zeit, in der das Oel nicht nur den feinsten Geruch besitzt, sondern auch in grösster Menge vorkommt. Die trocken gewordenen Knospen nimmt man von den Stielen ab. Letztere enthalten, wie alle oberirdischen Theile von *Caryophyllus aromaticus*, etwas ätherisches Oel und bilden unter dem Namen Nelkenstiele oder Nelkenholz eine für die Fabrication von Nelkenöl bestimmte billige Waare, die bis zu 4 Proc. ätherisches Oel liefert.

Das Aussehen der Gewürznelke ist bekannt. Die 10—14 Millim. lange vom Kelch umschlossene Fruchtknotenröhre ist stets etwas plattgedrückt, im Querschnitt rhombisch. Am oberen Ende kommen die vier kurzen, dicken Kelchblätter vor, welche gleich den sich zu einer Halbkugel vereinigenden geschlossenen vier Blumenkronenblättern, ferner den von den letzteren umschlossenen Staubfäden und dem Griffel sich durch eine gleichmässig nelkenbraune Farbe auszeichnen. Der Fruchtknoten ist zweifächerig, vieleiig. An sehr ölreichen Nelken tritt das Oel aus einer Schnittfläche schon bei schwachem Drucke hervor.

Durchschneidet man die Gewürznelke etwa in der halben Höhe der Kelchröhre, so erblickt man auf dem Querschnitte drei Zonen; eine lichtbräunliche, welche sich unmittelbar an die nach aussen sehr derbwandige, grubige Oberhaut anschliesst und die reichlich von grossen Oelräumen durchzogen ist, eine tiefbraune fast schwärzliche Schicht, welche, wie man alsbald erkennt, die überaus zahlreichen Gefässbündel beherbergt und endlich eine licht röthlichbraune, aus zusammengefallenen Zellen bestehende, von luftführenden Intercellularräumen durchsetzte Parenchymschicht, welche einen schwärzlich erscheinenden centralen Fibrovasalstrang umschliesst.

Die Oelräume stehen in 2—3 Zonen ziemlich knapp unter der Oberhaut der Kelchröhre und erreichen einen Durchmesser von 0.32 Millim. Das ätherische Oel ist jedoch nicht blos auf diese Intercellu-

larräume beschränkt, sondern findet sich in Form von Tropfen auch in allen anderen Geweben der Gewürznelke, selbst in den Filamenten der Staubgefässe. — Die Querschnitte der Gefässbündel werden an Weite von den Oelbehältern überragt.

Die Gewürznelken führen ausser den gewöhnlichen Pflanzenbestandtheilen, unter denen indess hier die Stärke gänzlich fehlt, 16—25 Proc. ätherisches Oel, bis 17 Proc. Gerbstoff und ansehnliche Mengen von Gummi.

Das Nelkenöl ist gewöhnlich etwas gelblich oder bräunlich gefärbt, gegenüber den anderen ätherischen Oelen dickflüssig, erstarrt erst unter —25°C., dreht links, seine Dichte beträgt 1.04—1.06. Es besteht aus einem Oele von saurem Character, der Nelkensäure ($C_{10}H_{12}O_2$) und einem terpentinölartig riechenden Terpen[1]).

5. Lavendelblüthen.

Die Blüthen des Lavendels kommen im trockenen Zustande im Handel vor und werden in der Parfümerie und in der Medicin verwendet.

Von den beiden in Gärten cultivirten Lavendelarten, *Lavandula officinalis Chaix.* und *L. Spica Chaix.* ist es vorzugsweise die erstere, deren Blüthen gesammelt werden. Die letztere liefert minder fein duftende Blüthen. Die krautigen Theile der beiden genannten Pflanzen werden zur Darstellung des Spieköls, welches gegen das aus Blüthen dargestellte Lavendelöl zurücksteht, da es minder fein duftet, verwendet. Im Handel erscheinen gewöhnlich die ganzen Blüthen, seltener, als eine weit theuerere Waare, die von den Kelchen befreiten Blumenkronen, welche allerdings nur wenig aber sehr feines Lavendelöl geben und nicht nur zur Herstellung des letzteren, sondern auch zur Bereitung anderer Parfümerieartikel dienen.

Die beiden genannten Pflanzen kommen wildwachsend im südwestlichen Europa (Spanien, südliches Frankreich), auch in der südl. Schweiz und in Italien (Calabrien), ferner auf Corsika und im nordwestlichen Afrika vor. Im östlichen Ländergebiete des mittelländischen Meeres, z. B. in Griechenland, fehlen diese beiden Pflanzen, werden aber dort, wie in allen Ländern Europas, welche ihre Cultur zulassen, in Gärten gezogen. Im genannten Gebiete erscheint die *Lavandula Stoechas L.*, deren Blüthen — von lieblicherem Duft als die Blüthen der beiden genannten Lavendelarten — im Alterthume als *Lavandula*

---

1) Ueber Nelkenöl s. Brüning, Ann. der Chemie und Pharm. 104. p. 202 und Williams daselbst 107. p. 202.

in Ansehen standen, aber merkwürdigerweise gegenwärtig nicht mehr benutzt werden.

Lavandula officinalis ist eine sehr acclimatisationsfähige Pflanze, welche auch im Norden Europas gedeiht; *L. spica* kommt kaum in Mitteleuropa fort. Lavendel wird für die Zwecke der Parfümerie im Grossen angebaut. Die ausgedehntesten Anpflanzungen besitzt England (Hitchin und Mitcham; ersteres nördlich, letzteres südlich von London).

Die Blüthen von *L. officinalis* stehen in oben dichten, unten lockeren, etwa 5—7 Cent. langen Aehren, welche sich gewöhnlich aus 6—10blüthigen Scheinquirlen zusammensetzen. Die in jedem Wirbel von zwei spitzen, trockenhäutigen Deckblättern gestützten Blüthen erreichen eine Länge von 11—13 Mm. Der Kelch ist röhrig, oben verengt, mit 10 Längsstreifen versehen. Von den fünf Zähnen sind vier sehr klein und verstecken sich fast unter dem reichlich vorhandenen Haarfilz; der fünfte, gegen die Oberlippe gewendete, ist gross, breit, blau, lebhafter gefärbt. Blumenkrone doppelt so lang als der Kelch (bei *L. spica* bedeutend kürzer), zweilippig. Oberlippe zwei-, Unterlippe dreilappig. Der Kelch von *L. officinalis* ist zottig, der von *L. spica* mit dicht anliegenden Sternhaaren bedeckt.

Der Hauptsitz des ätherischen Oels, wovon die vollständigen Blüthen bis 3 Proc. enthalten, sind die mit gelbem Inhalt versehenen Drüsen des Kelches.

Das Oel der Lavendelblüthen *(L. offic.)* ist blassgelb, neutral, linksdrehend, seine Dichte schwankt zwischen 0.87—0.94, es löst sich leicht in Alkohol, riecht angenehm, besteht aus mehreren wasserhaltigen Kohlenwasserstoffen, von welchen der Körper $\Theta_{10}H_{16} + 3\,H_2\Theta$ bei 185°C., der Körper $2\,\Theta_{10}H_{16} + 3\,H_2\Theta$ bei 188°C. siedet, und scheidet beim Stehen einen festen Körper ab[1]).

6. Saflor.

Die Saflorpflanze, *Carthamus tinctorius L.*, ist zweifellos ostindischer Abstammung. In ihrer Heimat wird sie seit alter Zeit ihrer Blüthen wegen als Farbpflanze cultivirt[2]). Die häufig anzutreffende Angabe, der Saflor sei egyptischen Ursprungs, ist irrig und lässt sich wohl darauf zurückführen, dass er dort seit alter Zeit gebaut wird und egyptischer Saflor im europäischen Handel lange bekannt war, bevor Ostindien diese wichtige Farbwaare zu uns sendete.

Die Cultur der Saflorpflanze wird gegenwärtig in Egypten, Persien, Ostindien, in Mexiko, Columbien, Australien (Neusüdwales), ferner in

1) Ueber das Lavendelöl s. Kane, Journ. für practische Chemie. 15. p. 163.
2) Rumph, Herb. Amboin. V. p. 215.

einigen Ländern Europas betrieben. Die drei erstgenannten Länder bringen gegenwärtig nicht nur den meisten Saflor, sondern auch die besten Sorten desselben auf den europäischen Markt. In Deutschland, wo man im 17. Jahrhunderte, und zwar namentlich in Elsass und Thüringen, so viel Saflor baute, dass damit ein beträchtlicher Export nach England betrieben werden konnte, wird gegenwärtig nur wenig von diesem Farbmaterial producirt. Im 18. Jahrhundert konnte der deutsche Saflorbau nicht mehr gedeihen, da der levantinische Handel viel und billigen Saflor nach Europa brachte. Die Verfälschungen, denen das deutsche Product, um es möglichst billig zu machen, damals unterlag, und denen man durch gesetzliche Bestimmungen vergebens Einhalt zu thun strebte, brachten die deutsche Waare in Verruf und beschleunigten den Verfall des deutschen Saflorbaues [1]. Den späteren Bemühungen des um Landwirthschaft und Industrie hochverdienten Hermbstädt's gelang es allerdings, die Cultur dieser Farbpflanze in Deutschland wieder etwas zu heben. Gegenwärtig wird in Thüringen und in der Pfalz Saflor gebaut. Ungarn, besonders die Umgebung von Debrezin, Italien, Frankreich und England liefern ebenfalls Saflor. Die producirte Menge ist jedoch in keinem der europäischen Länder eine beträchtliche.

Der egyptische Saflor ist in Europa am längsten bekannt. Der ostindische gelangte erst am Ende des vorigen Jahrhunderts hierher und zwar zuerts nach England [2].

Der Saflor ist eine einjährige Pflanze. In der Cultur hält man ihn manchmal zweijährig. Die Pflanze wird 1 Met., manchmal 1.3 Met. hoch. Es scheinen mehrere Culturvarietäten des Saflors zu existiren, wie schon die Verschiedenartigkeit in den Dimensionen der Blumenblätter vermuthen lassen; es ist hierüber jedoch kaum mehr bekannt geworden, als dass in Egypten eine schmalblätterige Varietät *(Carth. tinct. angustifolia)* cultivirt wird. In Thüringen unterschied man früher eine grossblätterige, stachelige Form, der man den Namen Mönch gab, und eine kleinblätterige, schwachbewehrte Form, Nonne genannt. Für die Nachzucht wählte man die erstere aus, da sie weitaus blüthenreicher war [3].

Die Saflorernte wird zwei oder dreimal im Jahre vorgenommen und besteht einfach darin, dass man die Blüthen, möglichst befreit von den übrigen Theilen der Köpfchen, sammelt. Die erste Ernte giebt das beste Product.

---

1) Beckmann, Waarenkunde. II. p. 289.
2) Bancroft l. c. I. p. 395.
3) Beckmann l. c. p. 290.

Die Blüthen des Saflors stehen auf einem fleischigen Blüthenboden zwischen zahlreichen Spreublättchen, in ein etwa 2—3 Centim. im Durchmesser haltendes, von einem Hüllkelch umkleidetes Köpfchen zusammengefügt Die frische Blüthe lässt leicht eine genauere Untersuchung zu. Schwerer ist es an zubereitetem Saflor des Handels die morphologischen Verhältnisse der denselben zusammensetzenden Blüthen zu erkennen. Durch Aufweichen einer Probe in Wasser wird es jedoch stets gelingen sich hierüber Klarheit zu verschaffen, wenn man auch oft aus Bruchstücken die ganze Blüthe construiren muss. — Die Blüthe des Saflors ist zwittrig. Fünf Staubfäden, deren Antheren wie bei allen Compositen zu einer Röhre verwachsen sind, umgeben den an seinem oberen Ende keulenförmig verdickten Griffel. Die eigenthümlich geformten, etwa 0.05—0.07 Mm. dicken Pollenkörner sind innerhalb der Staubfadenröhre stets wahrzunehmen. An der Blüthe erkennt man ferner einen unterständigen Fruchtknoten, eine dünne Blumenröhre mit fünf, etwa 5 Millim. langen und circa 0.5—0.7 Millim. breiten, anfänglich goldgelben, später safrangelben, schliesslich rothen Blumenblättern. Die Spreublättchen sind fast fadenförmig, über 1 Cent. lang, etwa 0.20—0.25 Millim. breit, von einer characteristischen Oberhaut bedeckt.

Bei der Ernte des Saflors hat man die Absicht, blos die Blüthen aus dem Köpfchen herauszunehmen, was jedoch selbst bei einiger Sorgfalt nicht völlig gelingt. Immer mengt sich auch ein Theil der Spreublättchen den Blüthen bei. In grosser Menge vorhanden, lassen sie sich schon durch das freie Auge erkennen. Kleine Mengen von Spreublättchen sind, namentlich in dem zubereiteten (gewaschenen) Saflor durch das freie Auge nicht mehr nachweisbar, werden aber leicht mit Zuhülfenahme des Mikroskops darin aufgefunden. — Gröbere Beimengungen, Theile des Hüllkelches etc., geben sich stets leicht zu erkennen. — Die Blumenblätter des Saflors sind von einer aus zarten, wellenförmig contourirten, länglichen, 0.012—0.018 Mm. breiten Zellen bestehenden Oberhaut überdeckt. Die Oberhaut führt die beiden unten noch näher zu betrachtenden Farbstoffe. Die in der Nähe des Gefässbündels gelegenen Parenchymzellen der Blumenblätter sind offenbar die Hauptträger des Farbstoffes.

Der eingesammelte Saflor wird entweder blos getrocknet, oder früher zubereitet (gewaschen). Das Trocknen wird an der Luft, ohne Zuhülfenahme von künstlicher Wärme vorgenommen. In der Sonne ginge das Trocknen wohl rasch vor sich; man meidet dies aber, da die Erfahrung längst gezeigt hat, dass dadurch ein Theil des werthvollen rothen Farbstoffes zerstört wird. — Das Zubereiten wird auf verschiedene Weise vorgenommen. In Egypten sammelt man die

Blüthen, wenn sie zu welken beginnen, zerdrückt sie stark zwischen Mühlsteinen, so dass der Saft abläuft, wäscht die breiige Masse in Brunnenwasser[1]) und drückt sie in kleinen Portionen in der Hand aus. Die feuchte Masse wird auf Tücher, Schilfmatten u. dgl. flach ausgebreitet und, durch Matten gegen das Sonnenlicht geschützt, trocknen gelassen. — Der Saflor von Bombay besteht, wie der gewaschene egyptische, aus zerrissenen Blättchen; es scheint dort die Zubereitung in ähnlicher Weise zu erfolgen. — Der zubereitete persische und bengalische Saflor setzt sich hingegen aus sehr wohlerhaltenen Blüthen zusammen und dürfte wohl blos durch Auswaschen, und wie die Kuchenform schliessen lässt, durch Kneten oder Auspressen, gewonnen werden.

Die Zubereitung des Saflors hat den Zweck, den gelben, in Wasser leicht löslichen, fast werthlosen Farbstoff der *Carthamus*-Blüthen zu beseitigen. Unzubereiteter Saflor giebt, mit kaltem Wasser geschüttelt, eine ziemlich intensiv gelb gefärbte Flüssigkeit, während zubereiteter, je nach der Sorgfalt, mit welcher das Auswaschen vorgenommen wurde, gar keinen oder nur eine kleine Menge von gelbem Farbstoff an das Wasser abgiebt.

Es wird gewöhnlich angegeben, dass der persische, der indische und der egytische Saflor blos im gewaschenen, der ungarische blos im ungewaschenen Zustande im Handel erscheint. Von persischen Saflor habe ich allerdings blos gewaschene Sorten gesehen; aber von den drei anderen Sorten giebt es sowohl gewaschene als ungewaschene Sorten. So ist z. B. der Saflor aus den Bazaren von Bombay, daselbst Kassumbâ genannt, ungewaschen[2]), hingegen der bengalische sehr schön zubereitet. Der Saflor von Oberegypten ist gewöhnlich ungewaschen. In neuerer Zeit hat man in Ungarn (Debrezin) angefangen, den Saflor durch Waschen zu »verfeinern«.

Als beste Sorte gilt mit Recht der Saflor von Persien, welchem sich zunächst der bengalische anreiht. Der gewaschene Saflor von Egypten soll den gewaschenen ungarischen nicht übertreffen. Die ungewaschenen europäischen Saflorsorten stehen den genannten aussereuropäischen ungewaschenen Sorten nach[3]).

Zur Unterscheidung einiger käuflichen Saflorsorten benutzte ich folgende

---

1) Fast in allen Büchern, in welchen der Saflor abgehandelt wird, findet sich die Angabe, dass der egyptische Saflor in Salzwasser ausgewaschen wird. Diese Angabe ist offenbar auf eine Stelle in Beckmann's Werk (l. c. p. 285) zurückzuführen, worin von Brunnenwasser die Rede ist, »welches dort immer salzig ist«.

2) Wiesner, Die technisch verwendeten Pflanzenstoffe Indiens. Fachmänn. Berichte über die ostas. Exped. A. p. 314.

3) Bolley, Technologie der Spinnfasern. p. 80.

Merkmale, auf die ich schon früher aufmerksam machte[1]). — Ungewaschene Saflore erscheinen im Mikroskop braun oder gelbbraun, gewaschene roth bis violett. — Gemahlener Saflor besteht aus zerrissenen Blüthen. — Die Breite der Blumenblätter ist bei verschiedenen Sorten ungleich und hängt nicht, wie man vermuthen könnte, mit dem Grade der Feinheit zusammen. Ungarischer Saflor gilt als grob, egyptischer (alexandriner) als fein, und dennoch stimmen die Werthe für die Breite der Blumenblätter dieser beiden Sorten fast genau überein. Ich habe für diese Grösse, die ich an in Wasser gelegenen und dann sorgfältig ausgebreiteten Blumenblättern bestimmte, folgende Werthe gefunden:

Sorte.	Mittere Breite der Blumenblätter.
Bombay	0.546 Millim.
Bengal	0.550 »
Alexandrien	0.756 »
Ungarn	0.760 »

Chemische Beschaffenheit des Saflors. Nach Salvetat[2]) hat ungewaschener Saflor beiläufig folgende chemische Zusammensetzung:

Wasser, bei 20 °C. entweichend	4.5—11.5	Proc.
Gelber Farbstoff, in Wasser löslich, und lösliche Salze	20.0—30.0	»
Gelber in Alkalien löslicher Farbstoff	2.1— 6.1	»
Carthamin	0.3— 0.6	»
Eiweiss	1.7— 8.0	»
Wachsartige Substanz	0 6— 1.5	»
Extractivstoffe	3.6— 6.5	»
Cellulose	38.4—50.4	»

Die im Mittel etwa 2 Proc. betragende Aschenmenge besteht vornehmlich aus Kieselsäure, Eisenoxyd, Thonerde und Manganoxyd.

Der gelbe in Wasser lösliche Farbstoff, Saflorgelb, wurde von Salvetat und Schlieper[3]) untersucht. Die Lösung dieses Körpers in Wasser reagirt sauer, schmeckt bitter, riecht eigenthümlich und färbt stark. An der Luft absorbirt der Körper begierig Sauerstoff und verändert sich so rasch, dass es bis jetzt nicht gelingen wollte seine Formel festzustellen. — Beim Waschen des Saflors wird das Saflorgelb preisgegeben. In neuerer Zeit macht man das Saflorgelb insofern nutzbar, als man ungewaschenen Saflor zum Gelbfärben von Liqueuren verwendet.

---

1) Wiesner, Die technisch verwendeten Pflanzenstoffe Indiens. Fachmänn. Berichte über die ostas. Exped. A. p. 314.

2) Ann. de Chim. et de Phys. 3. T. 25. p. 337.

3) Ann. der Chemie und Pharmacie. 58. p. 358.

Der werthvollste Bestandtheil des Saflors ist das Saflorroth oder das Carthamin. Dieser Körper bildet nach Schlieper ein tief röthlich-braunes, amorphes Pulver von grünlichem Schiller. In Wasser, Aether und ätherischen Oelen ist er unlöslich, in Weingeist leicht löslich und giebt eine schön purpurn gefärbte Flüssigkeit. Die Zusammensetzung des Carthamins entspricht der Formel $C_{14}H_{16}O_7$.

Das Saflorgelb kommt, im Zellsafte aufgelöst, in den Geweben des Saflors vor. Der in Alkalien lösliche, gelbe Farbstoff tritt in Form von Körnern auf. Das Carthamin tingirt die Protoplasmareste der Zellen und die Zellwände, wie die Betrachtung von gewaschenem Saflor lehrt.

Saflor und carthaminhaltige Farbstoffextracte werden zum Färben, besonders von Seide, und zur Darstellung einer Schminke benutzt.

7. Safran.

Der Safran besteht bekanntlich aus den Narben der Safranpflanze, *Crocus sativus Smith.*, welche im Herbste aus den Blüthen herausgezogen und sorgfältig getrocknet werden. Als Gewürz wird der Safran wohl am stärksten verwendet, bedeutend geringer ist seine medicinische Benutzung. Trotz seines Reichthums an einem schön goldgelben Farbstoff wird er in der Färberei, und zwar theils wegen seines hohen Preises, theils wegen der geringen Haltbarkeit seiner Farbe nicht angewendet[1]; indess findet er doch zur Färbung von manchen Nahrungs- und Genussmitteln (z. B. von Teigwaaren, Liqueuren etc.) eine gewerbliche Benutzung; so dass die Besprechung dieses Körpers im vorliegenden Buche berechtigt sein dürfte.

Crocus sativus Smith (= Cr. sativus L. α autumnalis L.) wächst noch jetzt in Kleinasien und Griechenland (Attika) wild. Im letzteren Lande wird er nirgends cultivirt; wohl aber werden auf Syros und Tenos die Narben gesammelt und in den Handel gebracht[2]. Die Cultur der Safranpflanze wird in Spanien (Arragonien), Frankreich (Gâtinais bei Orleans), Italien, in der Türkei (Macedonien) und Oesterreich (Niederösterreich), ferner im nordöstlichen Afrika, in Persien, Arabien und in neuerer Zeit auch in Pensylvanien betrieben. Im europäischen Handel erscheint vorzugsweise französischer und türkischer Safran. Der österreichische[3]) ist der theuerste und gilt mit Recht als der beste;

---

1) Ueber Versuche mit Safran zu färben s. Bancroft l. c. I. p. 525.

2) Heldreich l. c. p. 8.

3) Die selbst in neueren Werken enthaltene Angabe, dass Niederösterreich noch viel Safran producire, ist nicht richtig. Der alte und ehemals berühmte, in den Umgebungen von Krems und Mölk betriebene Anbau dieser Pflanze scheint

er zeichnet sich durch eine sehr gleichmässige, rothbräunliche Farbe aus, indem er blos aus den Narben der Safranblüthe besteht. Minder gleichmässig ist der gewöhnliche französische Safran, unter welchem Namen indess im Handel auch viel spanischer Safran anzutreffen ist; den rothbraunen Narben dieser Sorte haften noch die oberen gelbgefärbten Theile der Griffel an. Die geringste, unreinste Sorte ist der türkische (orientalische) Safran, welcher ausser Narben und Griffelfragmenten auch noch Bruchstücke von Staubfäden, Perigonblätter führt, und der nach den Untersuchungen A. Vogl's[1]) wahrscheinlich von *Crocus vernus All.* abstammt.

Die Blüthe des Safrans führt einen, bis 10 Cent. langen, unten weisslichen, oben gelblichen Griffel, an welchem drei sehr characteristisch gestaltete Narben vorkommen. Die Narben sind 2.5—3 Cent. lang, röhrenförmig, unten schmal, am oberen Ende keulenförmig erweitert, daselbst 2—4 Millim. dick und stellenweise, namentlich an der nach innen gekehrten Seite aufgeschlitzt, braunroth und nur am Grunde blass orangeroth. Die untere Partie der Narbe ist glatt, die obere gezähnt. Im trockenen Zustande sind die Narben hart, steif, gebrechlich. Ihr Geruch ist intensiv, fast betäubend, der Geschmack bitter-gewürzhaft.

Die Narben sind ausserordentlich farbstoffreich, was von den übrigen Blüthentheilen des Safrans nicht ausgesagt werden kann. Dies ist der Grund des hohen Werthes jener Safransorten, welche im Handel als österreichischer Safran vorkommen. Selbe bestehen, wie schon oben erwähnt wurde, blos aus Narben, die häufig noch am unteren Ende aneinander haften.

Das Gewebe der Safrannarbe ist von einem zarten, papillösen, aus oblongen Zellen bestehendem Epithel bedeckt, darunter liegt das Parenchym, dessen parallel der Axe der Narbe gestreckten Zellen reich an einem rothen, im gelösten Zustande gelbem Farbstoff sind und

---

seinem Verfalle entgegen zu gehen. Seitdem an die Waare nicht mehr so strenge Anforderungen in Bezug auf Reinheit und Schönheit gestellt werden, ist die Cultur des Safrans in Abnahme begriffen. Die niederösterreichischen Safranhändler bringen seit dieser Zeit nicht wenig bessere Sorten von französischem Safran auf den Markt. Der Ausfall der jährlichen Safranernte in den statistischen Tabellen Oesterreichs hat schon mehrfach zu der Meinung Veranlassung gegeben, dass der niederösterreichische Safranbau gänzlich aufgehört hat. Nach Mittheilungen welche ich den Herren Babo (Oberhollabrunn) und Klirr (Schönborn) verdanke, wird aber noch in Meissau, Oberravelsbach, Parisdorf, Münichhofen, Dürrbach, Wartberg und Kirchberg am Wagram Safran cultivirt, welcher am Sämereimarkt zu Krems veräussert wird. Die Quantität steigt bei einem Bauer im günstigsten Jahre auf 3—3.5 Kgr. Die schönste Waare kommt aus Meissau.

1) Nahrungs- und Genussmittel. Wien 1872. p. 96.

ausserdem noch Fetttröpfchen führen. Im Parenchym liegen zarte, gabelförmig vertheilte Gefässbündel.

Der färbende Bestandtheil des Safrans wurde als Crocin, Safranin, Polychroït bezeichnet. Es ist ein rothes, amorphes, in Wasser und Alkohol leicht, in Aether schwer lösliches, ausserordentlich stark färbendes Glycosid, über dessen chemische Constitution verschiedene, sich widersprechende Angaben vorliegen. Dasselbe chemische Individuum wurde auch in den chinesischen Gelbschoten (s. unten bei den Früchten) aufgefunden[1].

Der Safran ist vielen Verfälschungen unterworfen. Dass Saflorblüthen, ferner die durch Fernambukextract oder durch Anilinfarben tingirte verschrumpfte Blüthen von *Calendula officinalis L.* betrügerischer Weise dem Safran beigemengt werden, hiervon überzeugte ich mich selbst. Hingegen scheint die alte[2]) sich unverbürgt bis in die neueste Zeit in allen über den Safran handelnden Büchern fortschleppende Angabe, dass trockene Fasern von geräuchertem Fleische zur Verfälschung des Safrans dienen, wohl sehr einer neuerlichen Bestätigung zu bedürfen.

---

1) Ueber Crocin s. Quadret, Journ. für practische Chemie. 56. p. 68. Orth daselbst. 64. p. 10. Rochleder und Mayer daselbst. 74. p. 1. Weiss daselbst. 101. p. 65.

2) S. Böhmer l. c. II. p. 183.

Siebzehnter Abschnitt.

Samen.

Ich habe es in diesem, wie in dem folgenden Capitel unterlassen, der speciellen Bearbeitung des Gegenstandes eine allgemeine Einleitung voranzustellen. Wenn nämlich auch die Zahl der technisch verwendeten Samen und Früchte keine geringe ist, so stehen die einzelnen untereinander doch anatomisch und histologisch so weit ab, dass eine allgemeine Orientirung über ihre Morphologie hier nicht weiter nöthig erscheint und um so eher übergangen werden kann, als jedes bessere Lehrbuch der Botanik hierüber genügende Auskunft ertheilt.

Was die Einreihung der Rohstoffe in die Capitel Samen und Früchte anlangt, so konnte bei den meisten wohl kein Zweifel darüber walten, wohin sie zu stellen sind. Bei einzelnen jedoch, welche entweder als Samen oder als Früchte im Handel erscheinen oder solchen, deren Samen industriell verwerthet werden, die aber im Handel noch von Fruchthüllen umkleidet sind, war der Einfügung einiger Spielraum gegönnt. Ich habe mich hierbei nicht pedantisch an bestimmte Normen gehalten, sondern den betreffenden Rohstoff in jenes Capitel eingereiht, in welchem mir seine Besprechung, mit Rücksicht auf seine Unterscheidung von ähnlichen Körpern, am zweckmässigsten erschien.

Uebersicht der Gewächse, deren Samen technisch benutzt werden.

1) Mimoseen.

Acacia sp. Die Samen mehrerer Acacien dienen in Indien als Waschmittel. Wahrscheinlich enthalten sie Saponin. Miquel, Flora von Nederl. Indië. I. p. 2.

Pentaclethra makrophylla. Ostküste Afrikas. Die Samen, als graines d'Owala bezeichnet, enthalten gegen 50 Proc. eines dem Olivenöl nahestehenden Fettes. Cat. des col. fr. p. 95.

2) Cæsalpineen.

Arachis hypogæa L. (= *A. africana Lour.* = *A. americana Ten.*). S. Erdnuss.

Voandzeia subterranea Pt. Thouars. (= *Arachis africana Burm.* = *Glycine subterranea L.*) Südamerika, in anderen Tropenländern cultivirt. Fettreiche, meist jedoch blos als Genussmittel dienende Samen. Duchesne, Plantes utiles. p. 270. Miquel l. c. I. p. 175.

Dipterix odorata Willd. (= *Coumarouna odorata Aubl.* = *Barysoma Tongo Gärt.*). S. Toncabohnen.

D. oppositifolia Willd. (= *Taralea oppositifolia Aubl.*). S. Toncabohnen.

D. pteropus Mart. S. Toncabohnen.

3) Papilionaceen.

Ueber Stärke und Mehl der Hülsenfrüchte s. oben p. 285.

Castanospermum australe Cunn. Ueber die Stärke der Samen s. oben p. 277.

4) Amygdaleen.

Amygdalus communis L. S. Mandeln.

Persica vulgaris Mill. (= *Amygdalus Persica L.*). Die Pfirsichkerne werden in neuerer Zeit sehr stark zur Erzeugung von Bittermandelöl und fettem Oel, welches man dem Mandelöl substituirt, verwendet.

5) Pomaceen.

Cydonia vulgaris Pers. (= *Pirus Cydonia L.*). Asien, Europa. Die ihres Reichthums an Schleim wohlbekannten Quittenkerne werden nur selten zum Appretiren von Zeugen, häufiger medicinisch benutzt. Ueber Eigenschaften und Kennzeichen s. A. Vogl, Commentar zur österr. Pharmakopoe. p. 200.

6) Cassuvieen.

Anacardium orientale L. (= *Semecarpus Anacardium L. fil.*). Indien. Liefert ein Oel, huile de noix acajou, wovon sich aus den Samen 40.5 Proc. gewinnen lassen. Cat. des col. fr. p. 93. Die Samenschale wird nach Roxburgh (Flora indica) schon seit Langem in Indien zum Schwarzfärben angewendet. In Europa sind die Samen als Elephantenläuse, merk nut, bekannt. Der Saft der Samenschale

wird an der Luft schwarz und lässt sich ein damit schwarz gefärbtes Zeug nicht mehr von der Farbe befreien; er dient deshalb als unauslöschliche Tinte. Bancroft l. c. I. p. 415.

A. occidentale L. Westindien. Die Samen finden dieselbe Verwendung und kommen im europäischen Handel als westindische Elephantenläuse vor.

Rhus succedanea L. S. oben bei vegetabilischem Wachs p. 230.

Mangifera indica L. S. oben bei Stärke p. 244.

7) Burseraceen.

Irwingia Barteri Hook. Ueber das aus den Samen bereitete Fett (Dika) s. oben p. 204.

8) Euphorbiaceen.

Aleurites moluccana Willd. (= A. triloba Forst. = Croton moluccanum L.). Java, Molukken; in Bengalen, Sumatra, Westindien, Südamerika und Réunion eingeführt. Die Samen enthalten über 62 Proc. trocknendes Oel (huile de bancoul), welches in den Heimatländern als Speise- und Brennöl dient, z. B. in Sumatra, nach Miquel, in vielen Gegenden die Stelle des Cocosfettes vertritt und technisch so wie Leinöl verwendet werden könnte. Miquel l. c. I. 2. p. 385. Derselbe, Sumatra. p. 82. Cat. des col. fr. p. 87 und 92 ff.

Stillingia sebifera Willd. Die Samen liefern den chinesischen Talg. S. oben p. 204.

Ricinus communis L. (= R vulgaris Mill.)
R. viridis Willd.
R. ruber Rumph.
R. inermis Jacq.
R. americanus Aldini.
R. lividus Willd. (= R. communis Thunb.)
R. africanus Willd. (= R. arboreus Desf.)
} S. Ricinuskörner.

9) Hippocastaneen.

Aesculus hippocastanum L. Die Rosskastanien dienen zur Stärkebereitung. S. oben p. 244.

10) Sapindaceen.

Sapindus Pappea Sond. Cap. Aus den Samen wird Oel gepresst. Harvey and Sonder, Flora capensis. Dublin 1859—60. I. p. 241.

S. saponaria L. Westindien, Südamerika. Auf Martinique und Guadeloupe wird aus den Samen Oel gepresst. Cat. des col. fr. p. 92.

S. emarginatus Vahl. Ostindien. Liefert Oelsamen. Cat. des col. fr. p. 92.

Schleicheria trijuga Willd. Indien und Sundainseln. Die Samen liefern ein fettes Oel, Macassaröl genannt. Miquel, Flora von Nederl. Indië. I. 2. p. 573.

11) Meliaceen.

Carapa guianensis Aubl. Ueber das Fett der Samen s. oben p. 206.

C. Touloucoua Perott. Die Samen liefern Fett. S. oben p. 207.

Melia Azedarach L. Indien, Japan. Die Samen geben 49.8 Proc. Fett. Thunberg, Flora japonica. p. 180. Cat. des col. fr. p. 92.

12) Lineen.

Linum usitatissimum L. S. Leinsamen.

13) Malvaceen.

Ueber die gebauten *Gossypium*-Arten, deren Samen in neuerer Zeit zur Oelgewinnung benutzt werden, s. oben p. 315. S. ferner unten unter: Baumwollensamen.

14) Bombaceen.

Bombax sp. Die Samen der Wollbäume werden in Indien auf Oel ausgebeutet. Cat. des col. fr. p. 91.

Pachira aquatica Aubl. Die Samen liefern Stärke. S. oben p. 244.

15) Sterculiaceen.

Sterculia foetida L. Indien. Die Samen geben gegen 50 Proc. eines sehr schönen Speise- und Brennöls. Rumph, Herb. amboin. III. p. 168. Cat. des col. fr. p. 91.

16) Büttneriaceen.

Theobroma Cacao L. (= *Cacao sativa Lam.*). S. Cacaobohnen.

17) Dipterocarpeen.

Vateria indica L. Ueber das Fett der Samen s. oben p. 207.

Ueber die *Hopea*-Arten, welche Fette liefern, s. oben p. 196.

Lophira alata liefert ein zum Genusse taugliches Fett. Schweinfurth, Botan. Ergebnisse der ersten Niam-Niam-Reise. Botan. Zeit. 1871. p. 316.

18) Camelliaceen.

Camellia japonica L. Japan. Die Samen geben Oel. Thunberg, Reisen. II. 2. p. 87.

C. oleifera Bot. Reg. China. Liefert Oel. Duchesne l. c. p. 205.

Desgleichen *C. drupifera Lour.* (Flora Cochinch.). Duchesne l. c. p. 205.

Thea oleosa Lour. Cochinchina. Aus den Samen wird ein Brenn- und Speiseöl bereitet. Loureiro, Flora Cochin. p. 414.

19) Myrtaceen.

Barringtonia speciosa L. Indien. Aus den Samen wird ein Brennöl gepresst. Miquel l. c. I. p. 492.

Bertholetia excelsa Humb. et Bonp. Südamerika. Aus dem Kern der bekannten Paranüsse, welche bis 67 Proc. Fett enthalten, wird in den Heimatländern und in neuerer Zeit auch in Europa Oel gepresst. Cat. des col. fr. p. 94.

20) Combretaceen.

Terminalia Catappa L. Indien, Java. Liefert ein in Bezug auf Haltbarkeit dem Olivenöl vorzuziehendes Oel. Junghuhn, Java. I. p. 180. Duchesne l. c. p. 52.

21) Clusiaceen.

Garcinia purpurea Roxb. Die Samen liefern Fett. S. oben p. 179.

Calophyllum Calaba Willd. Westindien. Die Samen, auf Martinique und Guadeloupe in ausserordentlich grossen Quantitäten jährlich hervorgebracht, aber kaum ausgewerthet, sind zur Oelgewinnung geeignet, und wurden hierzu in neuerer Zeit dringend empfohlen. Duchesne l. c. p. 199. Cat. des col. fr. p. 87 und 92.

C. inophyllum Lam. Ostindien. Desgleichen. Cat. des col. fr. p. 92.

22) Cucurbitaceen.

Citrullus sp., *Cucumis sp.* Die Samen mehrerer wildwachsender Arten dieser beiden Gattungen werden in Senegambien und in den ostafrikanischen Colonien Frankreichs ihres Fettreichthums halber gesammelt und kommen unter dem Namen Béraf in den Handel. Das daraus gepresste Oel soll sich als Speiseöl und in der Seifenfabrication gleich dem Olivenöl verwerthen lassen. Cat. des col. fr. p. 91.

Sicyos sp. Ueber die Arten dieses Genus, welche Stärke liefern, s. oben p. 244.

23) Capparideen.

Moringa pterygosperma Gärt. (= *M. oleifera Lam.*). Die ölreichen Samen, welche auf Martinique und Guadeloupe jährlich in enormen Quantitäten gesammelt werden, wurden in neuerer Zeit für die Oelpressung empfohlen. Das Oel (huile de Ben ailé) soll seiner Haltbarkeit wegen sich besonders für Parfümeriezwecke eignen. Cat. des col. fr. p. 90 ff.

24) Cruciferen.

Sinapis nigra L. (= *Brassica nigra Koch*). S. Senfsamen.

S. alba L. S. Senfsamen.

S. juncea Mayer. S. Senfsamen.

Brassica Napus L. S. Rapssamen.

B. campestris DC. S. Colza (Kohlsaat). S. Rapssamen.

B. Rapa L. Rübsen. S. Rapssamen.

25) Papaveraceen.

Papaver nigrum DC. (= *P. somniferum Gmel.* = *P. somn. L. nigrum*). S. Mohnsamen.

P. album DC. (= *P. officinale Gmel.* = *P. somniferum L. album*). S. Mohnsamen.

Argemone mexicana L. (= *A. spicata Moench*). Centralamerika, in Indien cultivirt. Die Samen liefern Oel. Duchesne l. c. p. 182. Cat. des col. fr. p. 90.

26) Myristiceen.

Myristica moschata Thunb. (= *M. officinalis L. fil.* = *M. fragrans Houtt.* = *M. aromatica Lam.*). S. Muskatnuss.

M. Otoba Humb. et Bonp. Die Samen liefern Fett. S. oben p. 207.

M. officinalis Mart. S. oben bei den Fetten p. 209.

M. Ocuba Humb. et Bonp. S. oben beim vegetabilischen Wachs p. 233.

Virola sebifera Aubl. (= *Myristica sebifera Juss.*). Ueber das Fett der Samen s. oben p. 233.

27) Bignoniaceen.

Sesamum indicum L. S. Sesam.

S. orientale L. (= *S. oleiferum Moench*). S. Sesam.

Bignonia tomentosa Thunb. Japan. Die Samen liefern nach Thunberg Oel.

28) Acanthaceen.

Ruellia pavale Roxb. Die Samen dienen zur Stärkebereitung. S. oben p. 245.

29) Sapoteen.

Bassia sp. Ueber *Bassia*-Arten, deren Samen Fette liefern, s. oben p. 210.

30) Laurineen.

Tetranthera Roxburghii Nees. Die Samen liefern Fett.

31) Urticeen.

Cannabis sativa L. S. Hanfsamen.

32) Juglandeen.

Juglans sp. Unsere Walnuss, wie die Früchte zahlreicher amerikanischer *Juglans-(Carya-)*Arten, nämlich aller jener, welche Rafinsisque in das Genus Hicorius zusammenstellte, und deren Nüsse in Nordamerika Hickory genannt werden, liefern bekanntlich Oel, welches in einer Menge bis zu 50 Proc. in den Samenlappen enthalten ist. Unter den nordamerikanischen Nussbäumen ist *Carya (Juglans) illinoënsis Wangenh.* für die Oelgewinnung wohl der wichtigste.

33) Cupuliferen.

Fagus silvatica L. S. Buchelkerne.

34) Plantagineen.

Plantago arenaria Wald. et Kit. }
Pl. psyllium L. } S. Flohsamen.

1. Erdnusssamen[1].

Arachis hypogaea L. gehört zu den wichtigeren Culturgewächsen der Tropenländer. In Südamerika, Ostindien, China, Japan, in den französischen Colonien an der Westküste Afrikas[2] (Congo, Senegal etc.) wird sie im Grossen angebaut und dienen die gewonnenen Samen dort

1) Ich folge in diesem Paragraphen vorwiegend Flückiger's gründlicher Abhandlung über die Erdnuss (Archiv der Pharm. 1869. p. 70 ff.).

2) Auch in den Niam-Niam- und Mombattuländern. S. Schweinfurth, Bot. Zeit. 1871. p. 372.

nicht nur als Nahrungsmittel, sondern kommen auch schon in enormen Quantitäten in die Oelfabriken Europas. Die westafrikanisch-französischen Colonien allein senden jährlich 80 Mill. Kgr. Erdnüsse — Früchte der *Arachis hypogæa* — nach Europa, die hauptsächlich in Marseille auf Oel verarbeitet werden. Aber auch in England und Deutschland werden bereits erhebliche Mengen von Oel aus diesem Rohmaterial gewonnen, die aus Ostindien (Madras, Calcutta) und von den westafrikanischen Küstenländern dahin gelangen. In neuerer Zeit liefert auch Algier viel Erdnüsse. — Im wärmeren Europa kommt die Erdnuss gut fort, doch wird ihre Cultur daselbst nirgends in grösserem Massstabe betrieben. — Die Heimat der *Arachis hypogæa* konnte, wie die der meisten wichtigen Culturpflanzen, nicht mit Sicherheit festgestellt werden. Als Vaterland dieser Pflanze Central- oder Westafrika anzunehmen, hat viel mehr Wahrscheinlichkeit für sich, als die Hypothese einer südamerikanischen oder gar ostasiatischen Abstammung.

Die Blüthen dieser krautigen, am Boden niederliegenden Papilionacee, entwickeln sich in den Achseln der Blätter; der Fruchtknoten wächst in den Boden hinab, und bildet sich nur unterirdisch zur Frucht um. Die 15—30 Millim. langen, 10—15 Millim. dicken, strohgelben Früchte (Hülsen) liegen zur Zeit der Fruchtreife 5—8 Cent. unter der Bodenoberfläche. Gewöhnlich treten in der Hülse zwei, seltener drei Samen auf. Im ersteren Falle ist die Fruchtschale einfach, im letzteren doppelt eingeschnürt. Kommt innerhalb der Hülse nur ein einziger Same vor, so ist keine Einschnürung vorhanden. Vertheilung und Ausbildung der Gefässbündel in den Fruchthüllen ruft an letzteren eine derbe Aderung hervor, in welcher der Länge nach angeordnete Rippen mit besonderer Schärfe erkennbar sind. Scheidewände fehlen im Innern des Fruchtgehäuses. Den Früchten haften häufig noch kleine, etwa 2 Millim. dicke Fruchtstiele an.

Die Samen sind länglich, an einem Ende gewöhnlich abgeflacht, bis auf den weisslichen Nabel kupferroth bis bräunlich, oft mit einem Stich in's Violette gefärbt. Aeltere Samen sind braun. Weissliche Samen erscheinen nur selten. Die Samenhaut ist leicht ablösbar, pergamentartig mit 6 etwas verzweigten Nerven versehen. Zwischen den leicht von einander trennbaren Cotylen erscheint das kleine, dicke Würzelchen, an welches sich das schon mit zahlreichen Blattanlagen versehene Knöspchen anschliesst. Das durchschnittliche Gewicht der Samen beträgt etwa 0.5 Gramm. Die Cotylen haben die Consistenz der Haselnuss. Der Geschmack ist ölig und erinnert lebhaft an jenen der Bohne.

Die Samenhaut besteht aus einer Gewebsschicht, die sich aus platten, polygonal begrenzten, mit porösen Wänden versehenen Zellen

zusammenfügt, an die sich nach innen mehrere Lagen rundlicher, farbloser Parenchymzellen anschliessen. Die äusserste Haut ist reichlich mit Gefässbündeln versehen, in denen abrollbare Spiralgefässe leicht aufzufinden sind. Das Grundgewebe dieser Haut führt eisenbläuenden Farbstoff. — Die Samenlappen bestehen aus einem von zarten Gefässbündelsträngen durchzogenen Parenchym, dessen polyedrisch geformten, dünnwandigen Elemente strotzend mit Oeltropfen gefüllt sind, zwischen welchen sich kugelige, etwa 0.005—0.015 Mm. im Durchmesser haltende Stärkekörnchen und kleine Eiweissklümpchen nachweisen lassen. Die Parenchymzellen aus dem Innern der Samenlappen messen bis 0.100, die peripheren blos 0.020—0.030 Mm.

Die Menge des Fettes der Samen beträgt 43—50 Proc., die der Eiweissstoffe 27—28 Proc.; Stärke und Cellulose zusammengenommen 13 Proc. Unerheblich ist die Menge von Gummi und Zucker (7 Proc.).

Kaltgepresstes Arachisöl ist farblos, von angenehmen Geruch und Geschmack, dünnflüssiger als Olivenöl; seine Dichte beträgt bei 15°C. 0.918. Bei 3°C. trübt es sich, und gesteht bei —3°C. Es ist ein haltbares, nicht trocknendes Oel. — Warmgepresstes Oel ist gelblich und von minder angenehmen Geruch und Geschmack. — Das Fett der Arachissamen besteht aus drei Glyceriden, nämlich palmitinsaurem, hypogaeasaurem und arachinsaurem Glycerin. Die Palmitinsäure ($C_{16}H_{32}O_2$) ist bekanntlich ausserordentlich häufig in Pflanzen- und Thierfetten anzutreffen. Die Arachinsäure ($C_{20}H_{40}O_2$) wurde von Gössmann[1] im Arachisöl, von Heintz[2] in der Butter aufgefunden. Die Hypogaeasäure ($C_{16}H_{30}O_2$) wurde von Gössmann und Scheven[3]) entdeckt, scheint aber mit der im Walrathöl vorkommenden Physetölsäure[4]) und der im Fette einer *Coccus*-Art von F. Hoppe[5]) beobachteten Axinsäure identisch zu sein.

Im Handel erscheinen sowohl die Früchte (Erdnuss, Erdeichel, Erdmandel[6]), pistaches de terre, Ground-nut, Earth-nut, Pea-nut, Manila-nut), als auch die unmittelbar zur Oelpressung geeigneten Samen. Feinere Sorten von Arachisöl dienen als Speise-, mindere als Brennöl und zur Seifenbereitung.

---

1) Ann. der Chem. und Pharm. 89. p. 1.

2) Pogg. Ann. 90. p. 146.

3) Ann. der Chem. und Pharm. 94. p. 230.

4) Vgl. Hofstätter, Ann. der Chem. und Pharm. 91. p. 177.

5) Journ. für pract. Chemie. 80. p. 112.

6) In manchen Gegenden nennt man die Knollen von *Lathyrus tuberosus L.* Erdeicheln. Die Knollen von *Cyperus esculentus* heissen in den deutschen Ländern ganz allgemein Erdmandeln.

2. Toncabohnen (Tongabohnen).

Die Samen mehrerer *Dipterix*-Arten enthalten neben Fett beträchtliche Quantitäten von Cumarin, welches ihnen einen angenehmen Geruch verleiht und sie zu Parfümeriezwecken tauglich macht.

Am häufigsten erscheinen im Handel die holländischen Toncabohnen; es sind dies die Samen der *Dipterix odorata Willd.*, eines Baumes Guianas. Selten kommen englische Toncabohnen, welche angeblich von *Dipterix oppositifolia Willd.*, einer in Cayenne und Brasilien vorkommenden Papilionacee abstammen, nach Europa. Die von Para in den Handel gebrachte Toncabohne scheint von demselben Baume abzustammen. Die in Brasilien einheimische *Dipterix pteropus Mart.* liefert wohl auch wohlriechende Samen, die indess bis jetzt noch nicht auf den europäischen Markt gebracht wurden.

Die Samen von *Dipterix odorata* sind 4—5 Cent. lang, 9—12 Mm. breit, länglich, an den Enden abgestumpft, an einer Seite zugeschärft, an der anderen abgeflacht. Die Samenschale ist schwärzlich, mit grobnetzförmiger Sculptur versehen, mehr oder minder reichlich mit Cumarinkrystallen besetzt. Das Innere des Samens ist hellbraun. Die englischen und die Toncabohnen von Para stehen an Grösse hinter den holländischen und unterscheiden sich von ihnen auch durch die lichtere, blassgelbliche Farbe des inneren Samengewebes.

Die Samenschale der Toncabohne besteht aus drei Gewebslagen. Die erste ist eine einschichtige, aus sechsseitigen, mit stark entwickelter Cuticula versehenen, dunkelbraune Inhaltsmassen führenden Zellen bestehende Epidermis. Die zweite Lage besteht aus mehreren gleichwerthigen Zellschichten, deren Elemente parallel zur Epidermis abgeflacht und mit derben Wänden versehen sind. Aehnlich ist die dritte, innerste, gleich der Epidermis einschichtigen Gewebslage gebaut. — Die Cotylen bestehen aus einem zartwandigen Parenchym, dessen Zellen Fetttropfen und stäbchenförmige Stärkekörnchen enthalten.

Der Bestandtheil, wegen dessen die Toncabohnen technisch verwendet werden, ist das Cumarin, welches indess ziemlich häufig im Pflanzenreiche auftritt, z. B. im Ruchgrase *(Anthoxanthum odoratum)*, im Waldmeister *(Asperula odorata)*, in den im Handel »Faham« genannten Blättern von *Angraecum fragrans Pt. Thou.*, ferner in den Blättern einiger anderer Orchideen, im Steinklee[1] *(Melilotus officinalis Pers.)*, in den Stengeln der nordamerikanischen Composite *Liatris odoratissima Willd.* und in vielen anderen Gewächsen. — Völlig gereifte aber noch nicht ausgetrocknete Samen von *Dipterix odorata*

1) Hier an Melilotsäure gebunden.

führen noch keine Cumarin-Krystalle; es scheint in ihnen dieser Körper im fetten Oele aufgelöst enthalten zu sein. Beim Eintrocknen der Samen scheidet sich das Cumarin an der Samenschale und zwischen den Samenlappen in Form von Kryställchen aus. Je reicher sich die krystallinischen Beschläge an den Samen einer Sorte ansammeln, als desto werthvoller wird sie angesehen [1]).

Das Cumarin ($C_9H_6O_2$; nach Gerhardt), ist ein harter krystallisirender Körper, von intensivem gewürzhaften Geruch und bitterem Geschmack; er schmilzt bei 64 °C. und siedet bei 270 °C., löst sich nur sehr schwer in kaltem, leichter in heissem Wasser, sehr leicht in Aether und ätherischen Oelen [2]).

Die Toncabohnen finden eine ausgedehnte Anwendung in der Parfümerie, und werden ferner zur Erzeugung der Maitrankessenz und zur Parfümirung von sogenannten künstlichen aus Kirschbaumtrieben dargestellten Weichselrohren benutzt [3]).

3. Mandeln.

Die Heimat des Mandelbaumes, *Amygdalus communis L.*, ist im Kaukasus, wo er noch wildwachsend anzutreffen ist, und wahrscheinlich auch in den afrikanischen Mittelmeerländern zu suchen. Die Cultur des Baumes in Europa ist alt. Im südlichen Norwegen kommt er noch fort; aber schon in vielen Gegenden Mitteleuropas ist sein Ertrag nicht mehr lohnend. Die Mittelmeerländer liefern für den Handel nicht nur die besten, sondern auch die bedeutendsten Quantitäten von Mandeln.

So sehr die Mandeln in Grösse, Form, Beschaffenheit der Schale und im Geschmack variiren, so kann man an den Bäumen selbst nur sehr unerhebliche Unterschiede wahrnehmen. Selbst die Aufstellung einer Form mit bittern *(Am. com. L. amara = A. amara J. Bauh.)* und einer Form mit süssen Samen *(Am. com. L. dulcis = A. dulcis J. Bauh.)* hat sich nicht bewährt, indem die in der Ausbildung der

---

1) Auch in der *Liatris odoratissima Willd.* tritt das Cumarin in so bedeutender Menge auf, dass sich die trockenen Stengel dieser Pflanze mit Krystallen dieses Körpers beschlagen. Auch an lange aufbewahrten stark riechenden Exemplaren von Steinklee erscheinen manchmal Cumarinkrystalle.

2) S. de Lalande, Ann. de Chim. et de Phys. 3. VI. p. 343 und Zwenger und Bodenbender, Ann. der Chem. und Pharm. 126. p. 257.

3) Die echten, als Pfeifenrohre dienenden Weichselrohre werden bekanntlich aus Stöcken der *Mahaleb*-Kirsche (*Prunus Mahaleb*) erzeugt, deren Rinde einen angenehmen, wahrscheinlich von Cumarin herrührenden Geruch besitzt. (S. Kittel, Vierteljahrschrift für practische Pharmacie. VII. p. 12.)

Blüthen und Blattstiele gelegenen, der einen Form vindicirten Charactere auch an der anderen bisweilen auftreten.

Die Frucht des Mandelbaumes wird von einem zähen, fast pergamentartigen, aussen filzigen Perikarp umgeben, welcher sich zur Zeit der Reife durch einen seitlichen Riss öffnet und sich von der die Mandel umgebenden Steinschale ablöst. Letztere besteht aus zwei durch ein Gefässbündelnetz getrennten sklerenchymatischen Schichten. Je nach der Mächtigkeit und Dichtigkeit der äusseren Schicht der Steinschale unterscheidet man dick- und dünnschalige Mandeln. Letztere nennt man auch weiche oder Krachmandeln. Die innere Gewebslage der Steinschale ist stets dicht im Gefüge und glänzend. Der Anlage nach ist die Frucht der Mandel zweisamig; gewöhnlich kommt aber nur ein Same zur Entwicklung, der beiderseits convex, im Umrisse eiförmig zugespitzt, und etwas abgeplattet ist. Kommen beide Samen innerhalb der Steinschale zur Entwicklung, so ist jeder einzelne plan-convex geformt und relativ stärker abgeplattet als eine Mandel, die sich einzeln entwickelte. Der Same der Mandelfrucht ist bekanntlich eiweisslos; es besteht die Mandel blos aus zwei Samenlappen, aus dem Würzelchen und der Samenhaut. — Das Gewebe der Samenlappen, welches die überwiegende Masse der Mandeln bildet, besteht aus dünnwandigen Parenchymzellen von polygonalem oder rundlichem Umriss. Hier und dort ziehen durch das Parenchym zarte, aus langgestreckten Zellen bestehende, dem Gefässbündel der Samenlappen entsprechende Gewebszüge. Ein in Wasser gelegener Schnitt durch das Parenchymgewebe lässt in jeder Zelle eine Unmasse von Fetttröpfchen erscheinen. Legt man hingegen einen frischen Schnitt in Oel ein, so erblickt man innerhalb der Zellen blos grosse rundliche, manchmal etwas eckige Aleuronkörner. Das kurze, dicke, an dem spitzen Ende der Mandel etwas hervortretende Würzelchen setzt sich aus etwas langgestreckten Zellen von parenchymatischem Character zusammen. — Die Samenhaut lässt zwei Gewebslagen unterscheiden. Die innere ist farblos, trägt in Folge der stärkeren Verdickung der nach aussen zu gelegenen Membrantheile, einen entschieden epidermalen Character an sich. Im Inhalte der Zellen dieser Schicht treten Plasmareste und Fetttropfen auf. Die äussere Samenhaut besteht aus mehrfachen Schichten bräunlicher collabirter Zellen von parenchymatischem Typus. Diese Schicht ist nach aussen hin nicht glatt, zeigt vielmehr eine furchige Sculptur. In den Vertiefungen dieser Haut lagern einzelne, oder in kleinen Gruppen vereinigte, grosse, mit zahlreichen Poren versehene, rundliche oder polyedrische Zellen mit verholzten Membranen. Diese Zellen haben sich entschieden von der innersten Gewebsschicht

der Steinschale abgelöst. Je reichlicher sie vorhanden sind, um so rauher fühlt sich die Mandel an.

In den bitteren Mandeln findet sich Amygdalin und Emulsin vor. Nach den Untersuchungen Thomé's[1]) treten in dieser Sorte von Mandeln die beiden genannten Körper getrennt, d. i. in verschiedenen Zellen auf, nämlich das Amygdalin in den parenchymatischen, das Emulsin in den zarten Gefässbündelelementen, und hierauf soll nach dem genannten Beobachter die Erscheinung beruhen, dass die bitteren Mandeln erst dann Blausäure und Bittermandelöl entwickeln, wenn ihr Gewebe beim Zerkleinern zerstört wird.

Süsse Mandeln — äusserlich von bitteren zum mindesten nicht sicher zu unterscheiden — schmecken süss, ölig und schleimig. Bittere haben einen stark bitteren Geschmack und im zerkleinerten Zustande befeuchtet, den bekannten Geruch nach Bittermandelöl.

Süsse Mandeln enthalten fettes Oel (über 50 Proc.), Traubenzucker (6 Proc.), Gummi (3 Proc.), Eiweisskörper (24 Proc.), Cellulose, etwas Essigsäure und Farbstoff[2]). — In bitteren Mandeln treten, wie schon oben erwähnt, ausserdem noch Amygdalin und Emulsin auf. Die Fettmenge ist in den bitteren Mandeln geringer als in den süssen, und fällt bis auf 30 Proc.

Das Mandelöl gehört zu den nicht trocknenden Oelen. Es ist im Vergleiche zu Olivenöl dünnflüssig, hellgelb, erstarrt erst bei —21 °C. Die Dichte beträgt 0.92. In der Wärme löst es sich leicht, in der Kälte nur schwer in Weingeist auf.

Das Amygdalin, dessen Menge 1.5—3 Proc. zu betragen scheint[3]), ist ein neutraler, etwas bitter schmeckender, krystallisirter Körper von der Zusammensetzung $\text{Ɵ}_{20}H_{27}N\text{Ɵ}_{11}$, ist in Wasser und Weingeist löslich, in Aether unlöslich.

Das von Liebig und Wöhler entdeckte Emulsin (Synaptase) ist eine amorphe, stickstoffhaltige, in Wasser lösliche, in Weingeist unlösliche Substanz. Mit Amygdalin und Wasser zusammengebracht spaltet sich ersteres in Bittermandelöl und Blausäure.

Zu gewerblichem Gebrauche, nämlich zur Erzeugung von Mandelöl und Bittermandelöl dienen blos die geringeren Sorten von Mandeln, welche in grossen Quantitäten aus Nordafrika (Tripolis, Marokko, Algier) in den Handel gebracht werden. — Mandelöl wird sowohl aus süssen,

---

1) Bot. Zeit. 1865. Nr. 30.

2) Boulley, Ann. de Chim. et de Phys. VI. p. 40. S. auch Rochleder, Chemie der Pflanzen. p. 14.

3) S. Liebig und Wöhler, Annalen der Chemie und Pharmacie. 22. p. 1 und Bette, ebendaselbst. 31. p. 211.

als aus bitteren Mandeln dargestellt; erstere geben im Mittel etwa 45, letztere etwa 36 Proc. Ausbeute. Die bei der Oelpressung aus bitteren Mandeln zurückbleibenden Oelkuchen werden weiter auf Bittermandelöl verarbeitet. In neuerer Zeit wird letzteres in erheblicher Menge aus Pfirsichkernen, welche nach Geiseler 3 Proc. Amygdalin enthalten[1]), erzeugt.

Das Bittermandelöl wird in der Liqueurfabrication und Medicin, am stärksten wohl zum Parfümiren der Cocosnussseifen angewendet. Zu letzterem Zwecke verwendet man in neuerer Zeit häufig das dem Bittermandelöl im Geruche gleichkommende, nicht selten auch zu dessen Verfälschung dienende Nitrobenzin (Mirbanöl).

Mandelöl dient vornehmlich in der Parfümerie und Medicin. Es ist vielen Verfälschungen durch verwandte Oele (Pfirsichkern-, Aprikosenkern-, Pflaumenkernöl), aber auch durch Sesam-, Olivenöl etc. ausgesetzt.

Die besseren und besten Mandeln, aus Spanien, Portugal, Südfrankreich, Italien etc. in den Handel gesetzt, dienen bekanntlich zum Genusse.

4. Ricinussamen.

Die gemeine Ricinuspflanze, *Ricinus communis L.*, und einige nahverwandte, vielleicht dieser Species unterzuordnende Formen, die indess von manchen Autoren als besondere Arten aufgefasst werden, liefern Samen, welche gegenwärtig in vielen wärmeren Ländern zur Oelgewinnung benutzt werden.

Die Heimat des *Ricinus communis* ist Indien. Auch *R. viridis Willd.* und *R. ruber Rumph.*, welche beide nebst der erstgenannten in Ostindien als Oelpflanzen gezogen werden[2]), gehören der Flora dieses Landes an. Ausser den bezeichneten Species werden auch noch *Ricinus americanus*, *inermis Jacq.*, *lividus Willd.*, *africanus Willd.* und wahrscheinlich noch einige andere gebaut.

Am stärksten wird der Anbau der Ricinuspflanzen in Indien betrieben, aber auch auf einigen westindischen Inseln, in Nordamerika, in Algier und in neuerer Zeit in Italien werden jährlich grosse Quantitäten *Ricinus*-Samen geerntet und der Oelbereitung zugeführt.

Schon in alten Zeiten wurde die Ricinuspflanze in Egypten als Oelpflanze gehalten. In den oben genannten Ländern hob sich erst der Anbau dieses Culturgewächses, als deren Samen zur Gewinnung eines industriell verwendeten Oels benutzt wurden. Wenn auch

---

1) Annalen der Chemie und Pharmacie. 36. p. 331.

2) Miquel, Flora von Ned. Ind. I. 2. p. 390.

gegenwärtig der Verbrauch an medicinisch benutztem Oel ein beträchtlicher ist, so verschwindet die Menge desselben gegen die enormen Quantitäten, welche in der Seifenfabrication, als Brennöl[1], zur Darstellung des sogenannten Lederöls und zu anderen technischen Zwecken benutzt werden.

Die Samen von *Ricinus communis* erreichen eine Länge von 12—15, und eine Breite von 7—10 Millim. Die aus den Tropenländern stammenden Körner sind voluminöser als die europäischen. Die einzelnen Samen sind eiförmig, an einer Seite etwas flachgedrückt, an der anderen durch die vorspringende Naht mit einer Längskante versehen. Nach oben verzweigt sich die Naht dichotomisch, nach unten läuft sie auf den schwärzlichen, im Umriss etwa fünfseitigen Nabel zu, der häufig noch von einer lichtbräunlichen, gegen die Nahtseite vorwärtsgekrümmten Carunkel bedeckt ist. Die Samenschale ist braun und grau gesprenkelt. — Die mir vorliegenden Samen von *Ricinus americanus* aus Martinique stimmen mit den Samen der früher genannten überein, nur ist ihre Samenschale fast schwarz, und die verhältnissmässig nur spärlich vorhandenen Flecken hellgrau. — Die Samen von *Ricinus inermis* aus Indien finde ich bis 12 Millim. lang, bis 9 Millim. breit, wenig plattgedrückt, mit kaum vorspringender Naht und kleinem, grünlichem Nabel versehen, von einer rothbraunen, lichtbräunlich gefleckten Samenschale umgeben. — Samen von *Ricinus viridis*, welche mir in Proben von Congo vorliegen, hatten gar nur eine Länge von 9 und eine Breite von 6 Millim. Ihre Nähte springen nicht vor, die Rückseite ist nicht abgeflacht. Der Nabel ist schwärzlich und fast dreieckig im Umriss. Samenschale grünlichbraun, reichlich mit lichtgrauen Flecken versehen.

Die Samen sind von einer pergamentartigen aus platten, polygonal begrenzten Zellen bestehenden, nach dem Aufweichen in Wasser leicht abziehbaren Oberhaut versehen, unterhalb welcher eine dünne, aber beinharte, aus sklerenchymatischen Zellen zusammengesetzte Schale liegt, an die sich die zarte Samenhaut anschliesst. Letztere trägt einen parenchymatischen Character und ist reichlich mit Gefässbündeln durchzogen.

Im Innern des Samens liegt der Keim, von einem reichentwickelten Sameneiweiss umschlossen. Die durchgängig zartwandigen, parenchymatischen Zellen beider führen Fetttropfen und grosse, zum Theil Krystalloïde umschliessende Aleuronkörner.

---

1) Schon im vorigen Jahrhundert benutzte man Ricinusöl als Brennöl (Böhmer l. c. I. p. 668). In China soll frisches Ricinusöl auch als Speiseöl dienen (Fachmännische Berichte über die österr. Expedition nach Ostasien. A. p. 102).

Das aus den Ricinuskörnern dargestellte Oel (Ricinusöl, Castoröl), dessen Menge, auf die ungeschälten und ungetrockneten Samen bezogen, 40—45 Proc. beträgt, hat die merkwürdige Eigenschaft, sich mit Alkohol in jedem Verhältniss mischen zu lassen und die Polarisationsebene zu drehen, eine Eigenschaft, die an keinem anderen vegetabilischen Oel bis jetzt wahrgenommen wurde [1]. In dünnen Schichten trocknet es langsam ein. Es hält in dieser Eigenschaft gewissermassen die Mitte zwischen den trocknenden und nichttrocknenden Oelen. Das Ricinusöl enthält Stearinsäure und Ricinölsäure, welche von Saalmüller [2] entdeckt wurde und der nach Svanberg und Kolmodin [3] die Formel $C_{18}H_{34}O_3$ zukommt.

Der drastische Bestandtheil ist in der Emulsion der Samen reichlicher als im Oele enthalten. Es hat sich auch herausgestellt, dass Ricinusöl, welches durch Extraction erhalten wurde, stärker als durch Pressung gewonnenes purgirend wirkt. Ueber die chemische Natur des purgirend wirkenden Bestandtheils der Ricinussamen ist noch nichts bekannt.

5. Leinsamen.

Der Flachs wird vorwiegend als Gespinnstpflanze gebaut. Nur wenige Länder cultiviren dieses Gewächs ihrer ölreichen Samen wegen [4].

Die bedeutendsten flachsbauenden Länder, z. B. die russischen Ostseeprovinzen, Egypten und Nordamerika, liefern auch die grössten Quantitäten von Leinsamen für den Handel. Die käuflichen Leinsamen sind entweder für die Aussaat oder zur Oelpressung bestimmt. Die schweren, ausgereiften, frischen und noch keimfähigen, als Saatgut für den Flachsbau bestimmten Samen nennt man Leinsaat. Unter Schlagsaat versteht man alle geringen, blos zur Oelgewinnung dienlichen Leinsamen, mögen sie im noch unreifen Zustande vom Felde gebracht worden sein, oder in Folge längerer oder schlechter Aufbewahrung ihr Keimvermögen verloren haben. Vorwiegend erscheinen als Schlagsaat im Handel unausgereifte Leinsamen, die man gewissermassen nur als Nebenproduct der Flachsgewinnung erhielt. Es ist nämlich daran zu erinnern, dass die Flachspflanzen nur dann eine brauchbare Faser liefern, wenn ihre Einerntung noch vor der Samenreife

---

1) Flückiger l. c. p. 692 constatirte, dass Ricinusöle entweder nach rechts oder nach links drehen.

2) Annal. der Chem. und Pharm. 64. p. 108.

3) Journ. für pract. Chem. 45. p. 431.

4) Vgl. oben p. 361.

vorgenommen wurde [1]). Die hierbei resultirenden Samen sind wohl zur Oelgewinnung, nicht aber mehr für die Aussaat tauglich [2]).

In technischer Beziehung kommt wohl nur die Schlagsaat in Betracht, da frische Leinsaat nur in kleinerem Massstabe und zwar nur in jenen Gegenden auf Oel verarbeitet wird, wo Leinöl Genussmittel ist.

Jede Frucht der Flachspflanze *(Linum usitatissimum)* beherbergt zehn Leinsamen. Die Samen erreichen eine Länge von 3.5—5.5 Mm., sind stark plattgedrückt, im Umrisse eiförmig, äusserlich glatt, grünlichbraun bis braun gefärbt, von unangenehmen wenn auch schwachem Geruche. Am schmalen Ende liegt der Nabel. Mit der Loupe betrachtet erscheint die Oberfläche nicht mehr glatt, sondern mit sehr zarten Vertiefungen versehen. Das mittlere Gewicht der einzelnen Samen beträgt 0.3—0.5 Milligr.

Die Samen von guter Leinsaat sind etwa fünf Millim. lang und über 0.4 Milligr. schwer. Ebenso lang und schwer sind Samen von keimunfähig gewordenen guten Leinsamen, und eine derartige Schlagsaat ist als Material für die Oelgewinnung stets einer aus unausgereiften Samen bestehenden vorzuziehen, deren Körnchen kleiner, leichter und meist auch stärker grünlich gefärbt sind.

Wie die folgenden, den anatomischen Verhältnissen der Leinsamen gewidmeten Zeilen lehren werden, giebt das Mikroskop die Mittel an die Hand, um ungereifte Leinsamen von gereiften unterscheiden zu können.

Am Leinsamen kann man deutlich drei Theile, den Keim, ein Sameneiweiss und die Samenschale unterscheiden. Das Sameneiweiss schliesst sich eng an die Schale an. Im Innern des Samens liegt der grünlichgelbe Keim mit dem etwa millimeter langen Würzelchen, von dem weisslich erscheinenden Sameneiweiss umhüllt.

Die dichte, harte und gebrechliche Samenschale setzt sich aus fünf Gewebsschichten zusammen. Die äusserste Schicht ist eine aus ungefärbten Zellen bestehende Oberhaut, deren nach aussen zu liegenden Verdickungsschichten in Wasser enorm aufquellen. Hierauf folgt eine aus zarten, collabirten Elementen geformte Zellenlage, an die sich eine aus in die Länge gestreckten Sklerenchymzellen gebildete Gewebsschicht anschliesst, welche der Schale des Leinsamen ihre Härte und

---

1) S. hierüber oben p. 361.

2) Es wurde physiologischerseits wohl für viele Samen nachgewiesen, dass ihre Keimfähigkeit noch vor der Samenreife eintritt. Aber unreif geerntete, wenn auch völlig keimfähige Samen, verlieren ihre Keimkraft ausserordentlich rasch.

Festigkeit verleiht. Die nun folgende vierte Gewebsschicht hat mit der unter der Oberhaut liegenden viele Aehnlichkeit; auch sie setzt sich aus zarten, zusammengefallenen Zellen zusammen. Die fünfte, innerste Haut besteht aus polygonal begrenzten, parallel zur Fläche der Samenschale abgeplatteten Zellen, welche einen braunen, körnigen Inhalt führen. Diese Gewebsschicht giebt der Schale der Leinsamen die eigenthümliche braune Färbung.

Beim Vermahlen der Leinsamen werden die Gewebe der Samenschale bis auf die Sklerenchymzellen und bis auf die Elemente der innersten Haut zerstört. Wohlerhaltene Stücke der dritten und fünften Schicht sind im Leinsamenmehl stets aufzufinden, und können stets dazu benutzt werden, dieses Mehl als solches, oder im abgepressten Zustande, und selbst auch dann noch zu erkennen, wenn letzteres als betrügerischer Zusatz im Getreidemehl vorkommt.

Das Sameneiweiss besteht aus zarten, polyedrischen Zellen, welche zur Zeit der Samenreife Fetttröpfchen und Aleuronkörner, im unreifen Zustande auch etwas Stärke, in Form kleiner Körnchen enthalten. Der Durchmesser der Zellen beträgt 0.009—0.013 Millim.

Die Gewebe des Keimes setzen sich zum grössten Theile aus Zellen zusammen, die in Form, Grösse und Inhalt sehr nahe mit den Elementen des Sameneiweisses übereinstimmen. Zwischen diesen Zellen treten stark in die Länge gestreckte, in strangförmige Gruppen vereinigte Elementarorgane auf.

Die frischen Samen überziehen sich, wenn sie auf einige Zeit in's Wasser gelegt werden, in Folge der starken Aufquellung der Oberhaut-Zellwände mit einer glasigen Gallerte, die sich bei längerer Einwirkung des Wassers in diesem vertheilt.

Die Leinsamen führen etwa 8 Proc. Wasser, 33 Proc. fettes Oel, von denen sich circa 26 Proc. gewinnen lassen, 25 Proc. Eiweisssubstanzen, Spuren von Gerbstoff und geben 4—5 Proc. Asche[1]).

Das Leinöl ist der bekannteste Repräsentant der trocknenden Oele. Längere Zeit aufbewahrt, oder mit Bleioxyd gekocht, trocknet es rascher als im frischen Zustande ein, wenn es in dünner Schicht der Luft ausgesetzt ist. Der Hauptbestandtheil dieses fetten Oels ist die Leinölsäure ($\text{Ɵ}_{16}H_{28}\Theta_2$ nach Schüler)[2]), welche darin, an Glycerin gebunden, vorkommt.

Das Leinöl dient zur Darstellung von Druckerschwärze, welche fast ausschliesslich aus diesem Oele bereitet wird, ferner zur Bereitung

1) Vgl. Flückiger, Pharmakognosie. p. 655 ff.

2) Annalen der Chemie und Pharmacie. 101. p. 252.

von Firnissen, in der Seifenfabrication, und in einigen Ländern als Speiseöl.

6. Baumwollensamen.

Die Samen der Baumwollenarten [1]) bilden bei der Gewinnung von Spinnstoffen ein Nebenproduct, welches man lange Zeit als werthlosen Abfall ansah, das aber in neuerer Zeit als Rohstoff zur Oelgewinnung eine um so grössere Wichtigkeit erlangt hat, als derselbe in ausserordentlich grosser Menge beschafft werden kann.

Viele Baumwolle liefernde Länder, namentlich Nordamerika und Egypten, senden bereits Baumwollensamen in grossen Mengen den europäischen Oelfabriken zu. Auch Algier und Italien beginnen sich mit der Nutzbarmachung dieses Rohstoffes zu beschäftigen [2]).

Die Baumwollensamen haben eine etwas unregelmässig-eiförmige Gestalt, eine Länge von etwa 6—9 und eine grösste Breite von 4—5 Millim. Die derbe, etwas spröde Samenhaut ist entweder gänzlich oder am spitzen Ende mit weisslicher, gelblicher oder grüner Grundwolle bedeckt [3]). An einer Seite der Samenschale läuft der Länge nach eine scharf hervortretende, gegen das breite Ende kantig vorspringende Naht. Die Mikropyle liegt am spitzen Ende, fast immer von Grundwolle verdeckt.

Die etwa 0.3—0.4 Millim. dicke Samenschale besteht aus fünf Gewebsschichten. Zu oberst liegt eine aus unregelmässig geformten, senkrecht zur Oberfläche gestreckten, dickwandigen Zellen mit bräunlichem Inhalt. Die Länge dieser Zellen beträgt 0.018—0.045 und die Dicke etwa 0.017 Millim. Diese derbe Schicht ist an der Handelswaare stellenweise stark verletzt. Hieran schliesst sich eine aus sehr dickwandigen, rundlichen, etwa 0.016 Mm. im Durchmesser haltenden Zellen geformte Gewebslage. Es folgt hierauf eine Schicht zarter, langer, den Elementen der äussersten Schicht parallel liegender Zellen, deren Länge etwa 0.051 und deren Breite beiläufig 0.012 Mm. beträgt. Der Inhalt dieser Elemente ist farblos, bis auf die unterste Partie, welche eine bräunliche, körnige Masse darstellt. An diese Zellschicht schliesst sich eine mehrschichtige Gewebsschicht an, deren Zellen in Form und Lage mit den vorhergenannten übereinstimmen und sich von ihnen nur durch den die Zellen gänzlich erfüllenden bräunlichen Inhalt unterscheiden. Die innerste, unmittelbar an den Embryo angelehnte Gewebsschicht be-

---

1) Ueber die *Gossypium*-Arten, welche Baumwolle liefern, und die alle auch Samen zur Oelpressung liefern, s. oben p. 315 und 332.

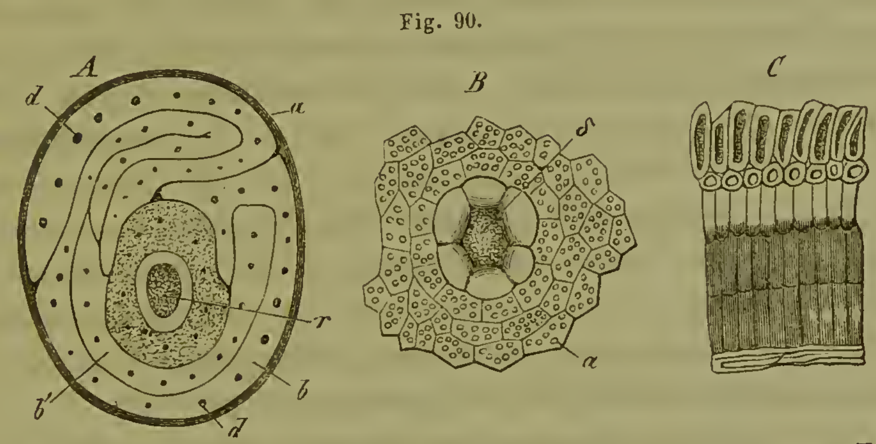
2) Offic. öterr. Ausstellungsbericht. V. p. 341.

3) Ueber die Eigenschaften dieser Grundwolle bei den Samen verschiedener *Gossypium*-Arten s. oben p. 339.

steht aus farblosen bis braunen, tangential gestreckten, stark abgeplatteten, polygonal begrenzten Zellen, deren längster Durchmesser etwa 0.09 Millim. beträgt.

Der Embryo lässt ein dickes, langes Würzelchen und zwei vielfach gefaltete Keimblätter erkennen. Letztere bestehen aus einem zarten aus polyedrischen, verschieden grossen, häufig 0.045 Millim. im Durchmesser haltenden Zellen zusammengesetzten Parenchym. Im Inhalte der Zellen erscheinen zahllose Fetttröpfchen und viele 0.0045—0.0065 Millim. breite, rundliche Aleuronkörner, welche beim Einlegen der Schnitte in fettes Oel oder Terpentinöl mit grosser Schärfe hervortreten. — In der äusseren Partie des Würzelchens erscheint ein Kreis

Fig. 90.



A Loupenbild eines querdurchschnittenen Baumwollensamens. *a* Samenhaut, *bb'* Keimblätter, *dd* Harzdrüsen, *r* Würzelchen. *B* Vergr. 250. Oelführende, eine Harzdrüse (*δ*) umschliessende Parenchymzellen, aus den Keimblättern der Baumwollensamen, in Terpentinöl liegend. *a* Aleuronkörnchen. *C* Vergr. 250. Durchschnitt durch die Samenhaut der Baumwollensamen.

grosser Harzdrüsen. Noch grössere Harzdrüsen finden sich in den Keimblättern vor, in deren Querschnitten sie in einfachen Reihen auftreten. Die Harzdrüsen sind so gross (bis 0.144 Mm. im Querdurchmesser), dass sie im querdurchschnittenen Samen schon für das freie Auge als braunschwärzliche Puncte erkennbar werden. Der zellige Bau dieser Drüsen lässt sich am leichtesten an Schnitten erkennen, welche in Terpentinöl eingelegt wurden. Befinden sich die Schnitte in Wasser, so verfliessen die — wahrscheinlich aus Gummi oder Schleim bestehenden — Zellwände der Drüsen, und es strömt aus dem desorganisirten Gewebe der Drüsen eine feinkörnige, makroskopisch grüngelb erscheinende Harzmasse heraus, welche im Wasser die lebhafteste Molekularbewegung zeigt.

Die Ausbeute der Samen an Oel soll 45 Proc. betragen. — Das Oel hat eine Dichte von 0.93 und besteht nach Slessor[1]) aus oleïnsaurem und palmitinsaurem Glycerin.

---

1) Chem. Centralblatt. 1859. p. 140.

Rohes Baumwollenöl ist bräunlich gefärbt und wohl kaum zu etwas anderem als zur Erzeugung von Maschinenschmiere tauglich. Durch Raffinirung und Bleichung erhält man gelbliche bis weissliche Oele, die als Lampenöle und in der Seifenfabrication besonders stark in Belgien und Frankreich verwendet werden.

7. Cacaobohnen.

Als Stammpflanze der Cacaobohne wird *Theobroma Cacao L.* genannt. Es ist auch zweifellos, dass zum mindesten die Hauptmasse des käuflichen Cacaos von diesem Baume abstammt. Indess wäre es bei der grossen Verschiedenheit, welche die Bohnen der Handelssorten in Grösse, Form, Farbe und chemischer Beschaffenheit erkennen lassen, gewiss erwünscht, die Angabe, dass auch die Samen von *Theobroma bicolor Humb. et Bonp.* (= *Cacao bicolor Poir.*), *Th. angustifolium Sessé* und *Th. ovalifolium DC.* Cacao liefern, und die Samen von *Th. glaucum Karst.* (Bohnen hiervon angeblich im Cacao von Caracas), *Th. guianense Aubl.* (im Cacao von Cayenne), *Th. microcarpum Mart.*, *Th. speciosum Willd.*, *Th. sylvestris Mart.* (im brasil. Cacao) und *Th. subincanum Mart.* unter den käuflichen Cacaosorten vorkommen oder selbe sogar zusammensetzen sollen, genauer zu prüfen [1].

Die Heimat des Cacaobaumes ist Centralamerika und liegt zwischen dem 23 °N. und dem 15—20 °S.B., wo auch seine Cultur am intensivsten getrieben wird. Man hat den Baum auch in vielen anderen Tropenländern, doch mit sehr ungleichem Erfolge zu acclimatisiren versucht; am meisten glückte es ihn in Südamerika (Columbien, Ecuador, Guayaquil) heimisch zu machen, ferner auf den kleinen Antillen, woher, vornehmlich aus Martinique, nicht unbeträchtliche Mengen von Cacao unter dem Namen Cacao des îles nach Europa gelangen. Die ehemals ausgiebige Cultur des Cacaos in Westindien, namentlich auf den kleinen Antillen, hat im Ganzen stark abgenommen [2].

Die Hauptmasse des käuflichen Cacaos rührt von cultivirten Bäumen her. In Brasilien wird auch der Samen wildwachsender Cacaobäume gesammelt und ist dort als Cacao bravo bekannt.

Der Baum blüht fast das ganze Jahr hindurch. Gewöhnlich werden die Früchte zweimal des Jahres geerntet. Die etwa gurkenförmige, von derber, trockener Schale umhüllte Frucht birgt in einem saftigen

---

1) S. Duchesne l. c. p. 217. Alfred Mitscherlich, Der Cacao etc. Berlin 1859. Vorwiegend auf letztere Abhandlung stützen sich die folgenden Mittheilungen.

2) Mitscherlich l. c. p. 12 ff.

Fleische etwa 50—80 Samen, welche in 5 verticalen Reihen angeordnet sind.

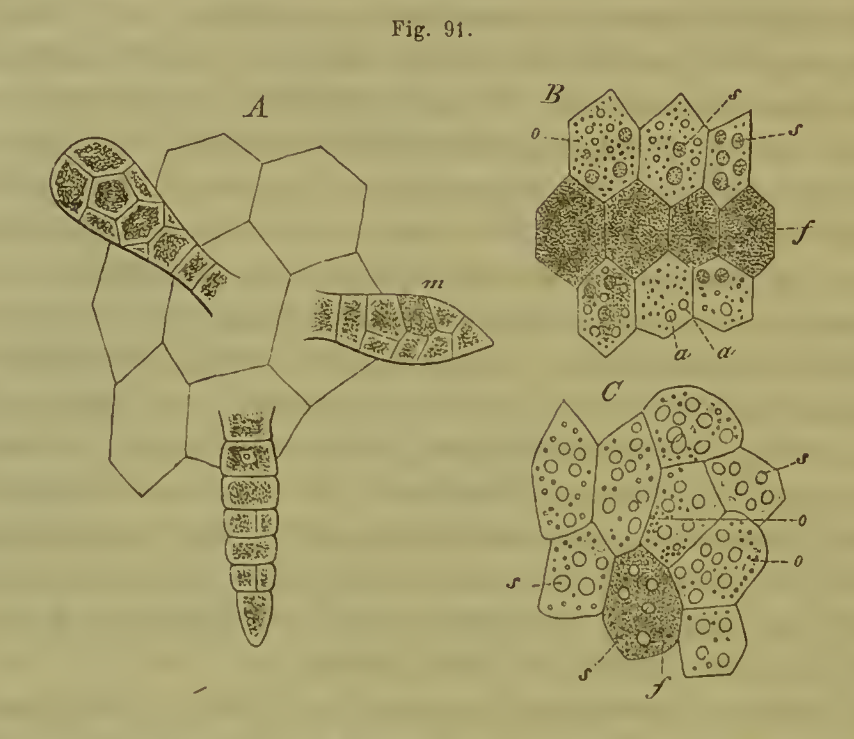
Die anfangs fleischigen und kaum gefärbten Samen färben sich beim Trocknen goldgelb, röthlich bis tief braunroth. Im Umrisse sind sie elliptisch; ebenso im Querschnitte, da sie stets mehr oder weniger plattgedrückt sind. Unregelmässige Formen sind unter den Samen nicht selten. Im Allgemeinen sind die grossen, platten Cacaobohnen besser als die kleinen, vollen. Sorten, deren Kern in's Violette zieht (gerottete Bohnen), sind am gesuchtesten.

An jeder Cacaobohne unterscheidet man Schale und Keim (Kern). Die Samenschale besteht aus einer harten, undurchsichtigen, mit schwach hervorspringenden Gefässbündelästen versehenen äusseren, und einer zarten, durchscheinenden inneren Haut. Die äussere Haut ist etwa 0.5 Millim. dick, zerbrechlich; ihre Menge beträgt etwa 12 Proc. des Samengewichtes. Die innere, fast farblose Haut lehnt sich dicht an die Keimlappen an und dringt auch stellenweise in deren Substanz ein, an diesen Stellen mehr oder minder tiefe Falten bildend. Durch diese eigenthümliche Einsenkung der inneren Samenhaut in die Cotylen, erscheinen letztere gleichsam zerklüftet und lassen sich auch leicht in kantige Stücke zerbrechen. — Der Cacaosamen ist eiweisslos; am Keim sind die beiden Keimblätter und das von letzteren eingeschlossene Würzelchen gut unterscheidbar. — Die Samenlappen sind von dunkler, tiefbräunlicher oder violetter Farbe und haben etwa die Consistenz der Mandeln. Das Würzelchen ist cylindrisch geformt und erreicht etwa eine Länge von 3—5 Millim.

Die äussere Samenschale besteht aus einem parenchymatischen, aus collabirten bräunlichen Zellen geformten Grundgewebe, in dessen unterer Partie Schichten sklerenchymatischer Zellen auftreten, und das von, aus schmalen Spiralgefässen zusammengesetzten Gefässbündeln durchzogen, und von einer keineswegs characteristisch gebauten Oberhaut bedeckt wird. — Die innere, zarte Samenhaut besteht aus etwas platten, polygonal contourirten, dünnwandigen Zellen, von denen aus sich eigenthümliche, von Mitscherlich zuerst gesehene, keulen- oder haarförmige, bis 0.1 Mm. lange Anhangsorgane erheben, welche man mit dem Namen der Mitscherlich'schen Körperchen belegte. — Die Samenlappen bestehen, der Hauptmasse nach, aus einem zartwandigen, polyedrische oder rundliche Zellen führendem Gewebe. In allen Zellen lassen sich Fetttröpfchen wahrnehmen; in vielen erscheinen kleine Körnchen, die sich, nach ihrem Verhalten gegen Jodlösung und Oel, entweder als Aleuron- oder Amylumkörner erweisen. In den fettreichen Cacaosorten, z. B. im Cacao von Martinique, finden sich blos Aleuronkörner vor; in sehr fettarmen Sorten, z. B. im Cacao

von Réunion erscheint das Aleuron gänzlich durch Stärke substituirt. Einzelne Zellgruppen sind sehr lebhaft tingirt. Auf Zusatz von Säure nehmen diese Zellgruppen eine sehr lebhafte, gleichmässige rothe Farbe an. Im Umfange der Cotylen erscheint eine gegen das parenchymatische Gewebe wenig differenzirte, aus etwas plattgedrückten Zellen bestehende Oberhaut. Das Grundgewebe der Samenlappen ist stellenweise von zarten Gefässbündelzügen durchsetzt, in welchen neben cambialen Zellen auch zarte Spiralgefässe nachweisbar sind.

Fig. 91.



Vergr. 400. *A* Innere Samenhaut der Cacaobohne, *m* Mitscherlich'sche Körperchen. *B*, *C* Parenchym aus den Keimblättern der Cacaobohne, *ff* Farbstoff führende Zellen, *ss* Stärkekörnchen, *aa* Aleuronkörnchen, *oo* Fettkörperchen. *B* aus der Bohne von Caracas, *C* aus der Bohne von Réunion.

Die Parenchymzellen der Cotylen haben im Mittel einen Durchmesser von 0.033 Millim., und die darin eingeschlossenen, rundlichen Stärkekörnchen messen im Mittel etwa 0.006 Millim.

Die Wassermenge käuflicher Cacaobohnen beträgt nur 5—6 Proc.[1]. Beim Veraschen bleiben 3.5—3.8 Proc. Mineralbestandtheile im Rückstande. An organischen Stoffen führt der Cacao: Fett (Cacaobutter), Theobromin, Zucker, Cellulose, Stärke, Eiweisskörper, darunter, wie Rochleder[2]) nachgewiesen, viel Legumin, Gerbstoff und Farbstoff (Cacaoroth).

---

1) Nach älteren Angaben 5—11 Proc. (Mitscherlich l. c. p. 57.)

2) Chemie und Physiologie der Pflanzen. p. 30.

Die Menge der Cacaobutter beträgt 34—56 Proc. Sie ist bei gewöhnlicher Temperatur hart, schmilzt bei 29—30, und erstarrt bei 24—25 °C. Ihre Dichte schwankt zwichen 0.89—0.91. Die Hauptmasse dieses angenehm nach Cacao riechenden, schwer ranzig werdenden Fettes ist stearinsaures Glycerin. Der Rest wurde noch nicht genau untersucht. — Das Theobromin, ein Alkaloïd von der Formel $C_7H_8N_4O_2$, findet sich sowohl im Kern als in der Schale der Cacaobohnen; in ersterem kommt 1.5, in letzteren etwa 1 Proc. dieses Körpers vor. Auf der zarten Innenhaut der Cacaobohnen erscheint das Theobromin in Form kleiner, nadelförmiger Kystalle. Es löst sich in Wasser und Weingeist nur schwer in der Kälte, leicht während des Kochens. In Aether löst es sich nur sehr schwierig auf. Obwohl als solches neutral, geht es doch mit stärkeren Basen Verbindungen ein, welche gut krystallisiren. In seiner physiologischen Wirkung steht das im reinen Zustande als Gift wirkende Theobromin dem Coffeïn nahe. — Die Menge des Zuckers (0.26 Proc.) ist so gering, dass sie den durch Theobromin bedingten bitteren Geschmack der Cacaobohne nicht zu decken vermag. — Die Stärke tritt in den verschiedenen Cacaosorten in sehr veränderlichen Quantitäten auf. Im Cacao von Réunion erreicht die Stärkemenge ihr Maximum (gegen 20 Proc.). — Das Cacaoroth soll im frischen Cacao nicht vorkommen, sondern erst aus einem gerbstoffhaltigen Körper nachträglich beim Aufbewahren und dem unten zu besprechenden Rotten entstehen. Die Menge des Cacaorothes beläuft sich auf etwa 3—5 Proc. Durch Säuren wird es lebhaft roth gefärbt. In Wasser und Alkohol ist es leicht löslich.

Im Handel erscheint der Cacao in zwei Formen, gerottet und ungerottet. Das Rotten besteht darin, dass man die Bohnen in Haufen zusammenwirft, mit Erde überdeckt und einige Tage sich selbst überlässt. Gerottete Cacaobohnen schmecken mild, nicht herb, wenn auch etwas weniges bitter; ihre Farbe ist dunkel, violett bis schwarzviolett, äusserlich sind sie häufig mit einem erdigen Beschlage versehen. So ist z. B. der ausgezeichnete Cacao von Caracas mit einer von Glimmerblättchen durchsetzten erdigen Schicht bedeckt, worauf schon Böhmer[1]) aufmerksam machte. Der ungerottete Cacao (meist aus minderen, nicht selten wilden Bohnen bestehend) wird einfach durch rasches Trocknen an der Sonne in die Handelswaare übergeführt. Die Bohnen desselben haben stets eine helle, röthliche oder lichtbräunliche Farbe und einen herben Geschmack. Gerottete oder ungerottete Bohnen verlieren beim Trocknen über die Hälfte ihres Gewichtes.

Als beste Sorte bezeichnet man gewöhnlich den Caracas-Cacao,

---

1) l. c. II. p. 543.

der aus ausserordentlich grossen, breiten, dunklen, im Kerne tief violetten, aussen mit glimmerreicher Erde bedeckten, gerotteten Bohnen besteht. Dieser Sorte kommt an Güte gleich, oder überragt sie vielleicht, der Soconusco-Cacao, aus dem Süden Mexikos. Seine Bohne ist klein, goldgelb. Nach neueren verlässlichen Prüfungen überragt die grosse Bohne von Nicaragua alle anderen Cacaosorten an Güte. Sorten mittlerer Qualität kommen aus Guayaquil, Brasilien (Para, Bahia, Rio negro etc.). Zu den geringsten Sorten gehört der aus kleinen, bitteren Bohnen bestehende Cacao von Guiana und Domingo. Als geringste Sorte darf wohl mit Recht der Cacao von Réunion gelten, da er nur wenig Theobromin, wenig Fett und viel Stärke führt. Unter den westindischen Cacaosorten, die gewöhnlich als sehr gering gelten, ist die Sorte von Martinique hervorzuheben, welche sich vor allen andern durch den hohen Gehalt an Fett auszeichnet.

Der Cacao dient zur Bereitung der Chocolade und der Cacaobutter, welche in der Parfümerie, Seifenfabrication und medicinisch benutzt wird.

8. Senfsamen.

Die käuflichen Senfsamen stammen vorwiegend von der zu den Cruciferen gehörigen *Sinapis nigra L.*, einer über den grössten Theil Europas verbreiteten, auch in Kleinasien vorkommenden, in vielen Ländern Europas, in Nordamerika und Indien cultivirten Pflanze. Im Handel erscheint aber auch die im westlichen und südlichen Europa gebaute *Sinapis alba L.*, deren Heimat das wärmere Europa ist. Der ausgezeichnete und sehr rationell bereitete Senf von Sarepta wird aus den Samen von *Sinapis juncea Mayer* bereitet. Diese im Süden Asiens und im Nordosten Afrikas wildwachsende Pflanze wird im südöstlichen Russland in grossem Massstabe cultivirt.

Der schwarze Senf *(Sinapis nigra)* lässt sich schon äusserlich von den beiden anderen Senfarten leicht unterscheiden. Die Samen der genannten Pflanze sind kugelig oder ellipsoidisch, ziemlich gleich in der Grösse, ihr Durchmesser beträgt etwa 1 Millim., das durchschnittliche Gewicht eines Körnchens etwa 1 Milligramm. Die Samen sind verschieden tiefbraun gefärbt. Mit der Loupe betrachtet, erscheint ihre Oberfläche mit feinen Wärzchen besetzt; hin und wieder blättert sich die äusserste Gewebsschicht (Oberhaut) in kleinen, grauen Schüppchen ab. — Der weisse Senf *(Sinapis alba)* besteht aus viel grösseren, kugeligen, etwa 2—2.5 Millim. im Durchmesser haltenden, im Mittel 5 Milligr. schweren, gelben Samen, deren Oberfläche erst bei starker Loupenvergrösserung eine der Sculptur der Samenhaut des schwarzen

Senfs ähnliche Bildung erkennen lässt. Eine Ablösung der Oberhaut ist wohl auch an diesen Samen zu bemerken; doch tritt selbe wohl nie mit solcher Schärfe, wie an den Körnern des schwarzen Senfs hervor. — Die Samen der *Sinapis juncea*[1]) haben im Aussehen und selbst bei Betrachtung mit der Loupe viel Aehnlichkeit mit den schwarzen Senfkörnern. Ihr Durchmesser beträgt 1.2—1.7 Millim., ihr durchschnittliches Gewicht 2.1 Milligr. Sie sind ungleichartiger und merklich heller braun als die Samen von *Sinapis nigra* gefärbt. Warzenbildung und Ablösung der Oberhaut treten am Sareptasenf mit gleicher Deutlichkeit wie beim schwarzen Senf auf.

Einzelne Samen der drei genannten Senfarten bieten etwas unregelmässige Formen dar; es sind dies nicht völlig ausgereifte, und in Folge dessen beim Eintrocknen etwas eingeschrumpfte Individuen. Derartige Körner von *Sinapis nigra* und *juncea* sind nicht selten mehr oder minder regelmässig der Länge nach gefurcht.

Die Samen aller drei Senfarten lassen mit der Loupe den Nabel als deutlichen Vorsprung erkennen. In der Nähe derselben macht sich eine Ausglättung der Samenoberfläche bemerklich. — Alle drei Arten des Senfs schmecken anfangs ölig, später scharf bis brennend. Den kräftigsten Geschmack besitzt unter den drei genannten der schwarze Senf.

Die Senfsamen bestehen blos aus einer Samenschale und einem mit deutlichen Würzelchen versehenen Keim.

Die Samenhaut setzt sich aus vier Zellschichten zusammen, von denen die äusserste durch Grösse der Elemente und durch starke Quellungsfähigkeit der Zellwände, die zweite durch Derbwandigkeit der Zellen ausgezeichnet ist. Die äusserste Gewebsschicht (Oberhaut) ist farblos. Die beiden darunter liegenden Zellenlagen führen das Pigment in Form von gefärbtem Zellinhalt. — Die Gewebe des Embryos bestehen aus zarten, polyedrischen Zellen, welche Fetttröpfchen und klumpenförmige, wie es scheint, mit fettem Oel durchsetzte Eiweissmassen (Aleuron) enthalten.

Eine aus weissen Senfsamen bereitete Emulsion schmeckt scharf, ist aber geruchlos, und lässt auch bei Destillationsversuchen kein flüchtiges Oel erkennen. Hingegen besitzt eine aus den Samen von *Sinapis nigra* oder *S. juncea* dargestellte Emulsion nicht nur einen scharfen Geschmack, sondern auch einen intensiven Geruch. Schon dieses Verhalten deutet an, dass der weisse Senf von dem schwarzen und Sareptasenf chemisch verschieden ist.

---

1) Nach Proben aus dem botanischen Garten zu Hohenheim, die ich Herrn Prof. Nördlinger verdanke.

Weisser Senf enthält das von Henry und Garot[1] entdeckte, von Babo und Hirschbrunn[2] genauer untersuchte Schwefelcyan-synapin ($\text{Ꞓ}_{16}\text{H}_{24}\text{N}\Theta_5$), einen in Wasser und Weingeist löslichen, in Aether, Terpentinöl und Schwefelkohlenstoff unlöslichen, krystallisirbaren Körper, welcher Eisenoxydsalze, ähnlich wie das Rhodankalium, röthet. Ferner enthält der weisse Senf gegen 30 Proc. Fett, reichliche Mengen eines als Myrosin bezeichneten Eiweisskörpers, etwas Gummi, neben den gewöhnlichen Pflanzenbestandtheilen.

Die wesentlichen Bestandtheile des schwarzen und Sareptasenfs sind myronsaures Kali[3] ($\text{Ꞓ}_{10}\text{H}_{18}\text{NK}\text{S}_2\Theta_{10}$), über 30 Proc. fettes Oel, Gummi und kleine Quantitäten oder nur Spuren von Myrosin. Durch Einwirkung von Myrosin auf myronsauren Kali spaltet sich leztere Verbindung in Zucker, schwefelsaures Kali und Senföl (= Schwefelcyanallyl = $\text{Ꞓ}_4\text{H}_5\text{NS}$). Die Menge des Myrosin's in den beiden genannten Senfarten ist oft nur eine so geringe, dass sich in denselben nur Spuren von Senföl fertig gebildet vorfinden, und nur geringe Mengen dieses Körpers daraus dargestellt werden können. Der Reichthum des weissen Senfs an Myrosin erklärt, wie zweckmässig es ist, behufs Darstellung starken Senfs weissen und schwarzen Senf zu mischen. — Das Fett der Senfsamen ist bei gewöhnlicher Temperatur flüssig, erstarrt bei —17.5°C. und enthält an Fettsäuren: Stearin-, Oel- und Erucasäure[4]. Reines (fettes) Senföl ist geruch- und geschmacklos und gehört zu den nichttrocknenden Oelen.

Die Senfsamen dienen zur Bereitung der bekannten Würzen (Senf), zur Darstellung eines fetten Oels und zu medicinischem Gebrauche. Die Bereitung des Senfs wird in verschiedenen Ländern in sehr verschiedener Weise vorgenommen. Am rationellsten wird die Fabrication dieses Artikels in England betrieben, wo man das aus den früher enthülsten Körnern bereitete Mehl abpresst und als Nebenproduct ein vorzügliches Brennöl bekommt. Durch Abpressung der Hüllen erhält man ebenfalls etwas Oel. Auch in Sarepta presst man das fette Oel vom Senfmehle ab. In Indien wird der Senf meist nur der Oelgewinnung wegen cultivirt. Früher bezog England bedeutende Quantitäten von Senfsamen aus Ostindien. Gegenwärtig verarbeiten die grossen englischen Senffabriken vorwiegend den einheimischen Roh-

---

1) Journ. de Pharm. 2. 17. p. 1 und 2. 20. p. 63.

2) Annalen der Chemie und Pharmacie. 84. p. 10.

3) Bussy, Journ. de Pharm. 2. 26. p. 39.

4) Nach Darby (Annalen der Chemie und Pharm. 69. p. 6) soll im fetten Oel der Senfsamen eine der gewöhnlichen Oelsäure nahestehende, jedoch von ihr verschiedene Fettsäure vorkommen, die er Senfölsäure nannte.

stoff, unter dem sich besonders der weisse Senf von Cambridge und der schwarze von Yorkshire auszeichnet[1].

9. Rapssamen.

Die Rapspflanze, *Brassica Napus L.*, und einige nahverwandte Pflanzen liefern Samen, welche schon seit Langem zur Oelgewinnung dienen, und gegenwärtig noch einen der wichtigsten Rohstoffe für diesen Fabricationszweig in Europa bilden.

Brassica Napus, welche eine zweijährige Culturpflanze ist, liefert den Raps, auch Reps, Winterreps, Kohlreps oder Lewat genannt. *Brassica campestris DC.*, welche von einigen Botanikern als einjährige Culturvarietät der erstgenannten Pflanze angesehen wird, giebt den Sommerraps oder die Kohlsaat, in Frankreich und Belgien als Colsat[2] oder Colza bezeichnet. Auch *Brassica Rapa L.*, die Stammpflanze der weissen Rübe, wird sowohl als Sommer- wie als Winterfrucht (Rübsen) für die Zwecke der Oelgewinnung gebaut. — Die Herleitung der Colza von *Brassica Rapa* ist selbst noch in neueren Werken anzutreffen[3], obwohl schon im vorigen Jahrhundert das Irrthümliche dieser Angabe dargethan wurde[4].

Die drei genannten *Brassica*-Arten werden fast in allen europäischen Ländern als Oelpflanze gebaut. In Griechenland fehlt die Rapscultur gänzlich[5]. In Frankreich und Belgien wird besonders stark die Cultur von *Brassica campestris* betrieben. Die englischen Oelfabriken beziehen grosse Quantitäten von Rapssamen aus Ostindien, namentlich von Calcutta, Madras, Bombay, Guzerate und Ferozepore[6]. Die Stammpflanze des indischen Raps ist noch nicht ermittelt.

Die Samen der *Brassica*-Arten erscheinen dem freien Auge als kleine runde Körnchen mit dunkler, fast glatter Samenschale, an welcher ein lichter Keimfleck bemerkbar ist, und citrongelbem Keim, mit zwei deutlichen Keimblättern und etwa millimeterlangem Würzelchen.

Die Samen der drei genannten Pflanzen sind nicht leicht durch den blossen Anblick von einander zu unterscheiden. Die Samen

---

1) Offic. österr. Bericht etc. Bd. III. 7. p. 73.

2) Die gegenwärtige Schreibweise ist Colza. Die im vorigen Jahrhundert üblich gewesene Bezeichnung „colsat" (Böhmer l. c. I. p. 648) lässt wohl keinen Zweifel über die Abstammung dieses Ausdrucks von dem deutschen Worte Kohlsaat.

3) S. z. B. Henkel, Naturproducte etc. I. p. 249.

4) Vgl. Böhmer l. c. p. 649.

5) Heldreich, Die Nutzpflanzen Griechenlands.

6) Morgan, The British Trade Journal. Febr. 1872.

von *Brassica Napus* sind wohl meist blauschwarz, die von *Brassica campestris* rothbraun, die von *Br. rapa* mattbraun, auch sind in der Regel die Körner von *Br. campestris* grösser als die der beiden anderen Pflanzen, deren Samen gewöhnlich nur einen Durchmesser von 2 Millim. besitzen. Aber eine genauere Prüfung lehrt, dass diese Kennzeichen wegen zahlreicher Uebergänge nicht stichhaltig sind.

J. Schröder[1]) hat versucht, die Unterscheidungsmerkmale der käuflichen Brassicasamen-Arten festzustellen. Es gelang ihm die Samen von *Brassica oleracea* morphologisch von jenen zu unterscheiden, welche von *Br. napus, campestris* und *rapa* abstammen. Aber gerade die drei letztgenannten, welche zur Oelgewinnung dienen, auf deren genaue morphologische Unterscheidung es hier gerade ankommt, konnte er weder makroskopisch, noch mikroskopisch auseinanderhalten. Ich kann Schröder nur zustimmen; auch mir wollte es nicht gelingen, characteristische Unterscheidungsmerkmale für Raps, Colza und Rübsen zu finden. Bemerkenswerth ist die Auffindung Schröder's, dass die absoluten Gewichte der Körner von Raps, Colza und Rübsen so sehr auseinander liegen, dass sich hierauf eine Unterscheidung dieser drei Oelsamen vielleicht wird gründen lassen. Er fand hierüber Folgendes:

1000 Körner von *Brassica napus (hyemalis)* wiegen
4.538—4.786; im Durchschnitt 4.667 Gramm.
1000 Körner von *Brassica campestris* wiegen
1.869—1.917; im Durchschnitt 1.901 Gramm.
1000 Körner von *Brassica rapa (biennis)* wiegen
2.055—2.241; im Durchschnitt 2.142 Gramm.

Ob diese Zahlen eine Berechtigung als Unterscheidungsmerkmal besitzen, müssen erst fernere, auf möglichst viele Sorten von Raps, Colza und Rübsen ausgedehnte Wägungen lehren. Schröder's Angaben beziehen sich nur auf je eine Sorte der genannten Oelsamen.

Die Samenschale der drei genannten Oelsamen bietet Structurverhältnisse dar, welche unter Oel mit grosser Klarheit hervortreten. Die äusserste Gewebsschicht derselben besteht aus braunen, polygonal begrenzten, tangential abgeplatteten Zellen. Die Länge dieser Zellen beträgt im Mittel 0.0132 Mm. Gegen den Keim zu liegt eine aus radial gestreckten, gelblichen, mit körnigem Inhalte versehenen Elementen, deren längster Durchmesser im Mittel etwa 0.046 Mm. misst, bestehende Zellschicht. — Die Cotylen sind mit einem aus platten, zarten Zellen bestehenden Epithel bedeckt, an welches sich ein parenchymatisches Grundgewebe anlehnt, dessen äussere Schicht aus schmalen, radial gestreckten, im Mittel 0.021 Mm.

1) Untersuchungen der Samen der *Brassica*-Arten und Varietäten. Die landwirthschaftlichen Versuchsstationen, herausgegeben von Nobbe. Bd. 14. p. 179 ff.

breiten, 0.070 Millim. langen, und dessen innere Partien aus runden, etwa 0.05 Millim. weiten Zellen sich zusammensetzen. Alle Parenchymzellen sind mit rundlichen, bis 0.0168 Millim. im Durchmesser haltenden Aleuronkörnern erfüllt. Durch das Grundgewebe der Samenlappen ziehen gut unterscheidbare, verzweigte Stränge von aus cambialen bestehenden Gefässbündeln.

Die Oelmenge, welche sich aus Raps und Rübsen gewinnen lässt, beträgt 30—35 Proc. Colza giebt bis 40 Proc. Oel.

Raps- und Rübsenöl sind dickflüssiger als Colzaöl. Erstere erstarren bei —7, das Colzaöl erst bei —10 °C. Die Dichte dieser Oele beträgt bei 15 °C. 0.90—0.92. Der Geschmack derselben ist milde, der Geruch schwach, anfänglich nicht unangenehm. In Aether lösen sie sich leicht, schwieriger in Weingeist. In chemischer Beziehung stimmen sie mit dem fetten Oel des Senfs überein.

Die Gewinnung des Raps-, Colza- und Rübsenöls erfolgte bis jetzt meist durch Pressung. In neuerer Zeit wird auch die Extraction mittelst Schwefelkohlenstoff häufig vorgenommen. Die Raffinirung der Rohöle wird durch Zusatz von 1—1½ Proc. concentrirter Schwefelsäure bewerkstelligt.

Die Verwendung der genannten Oele als Brenn- und Schmieröl ist bekannt. In neuerer Zeit soll durch Erhitzen dieser Oele, Zusatz von Kartoffelstärke und nachheriges Filtriren ein Speiseöl (Schmalzöl) gewonnen werden [1].

10. Mohnsamen.

Die Mohnpflanze, *Papaver somniferum L.*, ist in den östlichen Ländern des Mittelmeergebietes einheimisch, wird aber seit alter Zeit her in vielen Gegenden Europas, Asiens und Afrikas, in neuerer Zeit auch in Nordamerika und Australien (Neusüdwales), theils der Opiumgewinnung halber, theil der ölreichen Samen wegen im Grossen angebaut. Man unterscheidet zwei Hauptformen des Mohns, *Papaver album DC.* und *P. nigrum DC.*, von welchen ersterer weisse, letzterer blauschwärzliche oder graue Samen trägt. Weisser Mohn giebt feineres Oel; seine Samen sind es auch, die zu medicinischen Zwecken benutzt werden; für die Oelgewinnung wird jedoch meist schwarzer Mohn genommen, da dessen Cultur mehr verlohnt. Im Oelgehalte stimmen beide Mohnsorten mit einander überein, sie enthalten nämlich etwa 60 Proc. fettes Oel.

Geruch und Geschmack der Mohnkörner sind bekannt, ebenso die Gestalt, welche, genau betrachtet, etwas abgeplattet rundlich

1) Merck, Waarenlexikon. p. 438.

und nierenförmig ist. Das Gewicht eines Mohnkorns beträgt nach Flückiger im lufttrockenen Zustande etwa 0.5 Milligr. Die Oberfläche der Körner zeigt netzförmige Erhabenheiten.

An jedem Samen (Mohnkorn) lassen sich Schale, Embryo und Sameneiweiss (Endosperm) unterscheiden. — Die Dicke der Samenschale beträgt etwa 0.014 Millim. Sie ist von einer mit dicker Cuticula bedeckter Oberhaut umschlossen, an die sich ein aus zusammengefallenen Zellen bestehendes Parenchym anschliesst. Dieses Gewebe führt bei der weisssamigen Varietät einen ungefärbten Inhalt; bei der dunkelsamigen Spielart tritt in den inneren Lagen dieses Gewebes ein bräunlich gefärbter fester Inhalt auf. — Der Keim ist relativ gross. Samenlappen und Würzelchen gleichen sich in der Länge. Der Embryo ist gekrümmt. Er setzt sich aus zartwandigen, theils parenchymatischen, theils cambialen Zellen zusammen. Erstere enthalten reichlich Fetttröpfchen und grosse Aleuronkörner, welche in der Dimension, in der Form und sonstigen Structur mit den analogen Gebilden des Endosperm zusammenstimmen. — Dieses bildet ein gleichartiges Gewebe, dessen Zellen mit kleinen Fetttröpfchen und grossen Aleuronkörnern erfüllt sind. In einzelnen Aleuronkörnern erblickt man hellere Kerne (Hartig's Weisskerne) und Krystalloïde.

Nach Sacc's Untersuchungen[1]) enthalten die Samen (vom weissen) Mohn 54.61 Proc. fettes Oel (Mohnöl), 23.26 Proc. Pectinstoffe, etwa 12 Proc. Eiweisssubstanzen, nahezu 6 Proc. Cellulose, und geben 2—3 Proc. Asche, welche hauptsächlich aus phosphorsaurem Kalk besteht. Die Angabe, dass in den Mohnsamen Morphin vorkommt[2]), hat sich als irrthümlich herausgestellt.

Das Mohnöl ist gelblich bis goldgelb, dünnflüssiger als Olivenöl. Dichte 0.922—0.925. Erstarrt bei —18°C. Es gehört zu den trocknenden Oelen und trocknet noch leichter als Leinöl. Sein Hauptbestandtheil ist leinölsaures Glycerin[3]).

11. Muskatnuss[4]).

Der Muskatnussbaum, *Myristica moschata Thunb.*, gehört der Flora des indischen Archipels an, wo er noch wildwachsend vorkommt. Dort und in vielen Tropenländern wird der Baum cultivirt. Die Zucht

1) Ann. de Chim. et de Phys. 3. XXVII. p. 473.
2) Accarie und Meurin, Journ. Chim. med. 1833. p. 431.
3) Oudemans, Scheikund. Verhandel. 1858. II. 1. p. 184.
4) S. oben p. 208.

der Muskatnuss hat, da die Nachfrage nach diesem Gewürz in Europa geringer geworden ist, bedeutend abgenommen [1].

Die Frucht des Baumes hat die Grösse eines Pfirsich. In ihrem Inneren liegt ein einziger Samen von einem carminrothen, vielfach zerklüfteten Samenmantel (arillus) umgeben. Der Samen kommt, von der beinharten, äusseren Samenschale gänzlich, von der zarten, inneren oberflächlich befreit, als Muskatnuss, der Mantel als Muskatblüthe (flores macis) in den Handel.

Die Muskatnuss hat etwa die Grösse einer kleinen Nuss, ihre Oberfläche zeigt eine netzadrige Sculptur, die ihr ein sehr zierliches Aussehen giebt. Sie besteht aus einem Endosperm, in welchem die innere zarte Samenhaut in tiefen Faltenbildungen eingedrungen ist, wodurch dieses ein eigenthümliches marmorartiges Aussehen gewinnt, und einem 8—11 Millim. langen, röthlich braun gefärbten Embryo, mit dünnen, krausrandigen Keimblättern. Das Endosperm ist gut schneidbar, schwer; es sinkt im Wasser unter. Es besteht aus einem, an den Eindringungsstellen der inneren Samenhaut von Gefässbündeln durchzogenen parenchymatischem Grundgewebe, dessen rundliche oder polyedrische Zellen mit Fett, Stärke und Aleuronkörnern erfüllt sind. Einzelne ziemlich scharf abgegrenzte Zellgruppen sind sehr lebhaft rothbraun tingirt, wie die Zellen der inneren Samenhaut.

Die Muskatnuss enthält Muskatbutter (s. oben p. 207) und ätherisches Oel, neben den gewöhnlichen Pflanzenbestandtheilen. Das Muskatnussöl, von welchem etwa 6 Proc. in den Nüssen vorkommen, ist nach Koller [2]) mit dem ätherischen Oel der Muskatblüthen (Macisöl) identisch.

Die von den Holländern in den Handel gebrachten Muskatnüsse erscheinen häufig mit einem mehligen Ueberzuge versehen, welcher aus kohlensaurem Kalk besteht. Er rührt davon her, dass die Nüsse, angeblich um sie vor Insectenfrass zu schützen, in Kalkwasser für einige Zeit eingelegt wurden.

Die Muskatblüthe wird aus der Frucht herausgelöst und an der Sonne getrocknet, wobei die rothe Farbe in ein mattes Orangegelb übergeht, und das anfangs fleischige Gewebe einen hornartigen Character annimmt. Diese Drogue ist reich an Eiweisskörpern und enthält 4—9 Proc. ätherisches Oel.

Die Muskatnuss dient zur Bereitung der Muskatbutter, und findet,

1) Offic. österr. Bericht über die Pariser Ausstellung 1867. III. Nahrungsmittel. p. 75.

2) Neues Jahrbuch für Pharmacie. 23. p. 136.

gleich den flores macis, nur eine beschränkte technische Verwendung in der Parfümerie. Häufiger werden beide als Gewürz und medicinisch benutzt.

12. Sesam.

Der Sesam des Handels besteht aus den Samen zweier Bignoniaceen, *Sesamum indicum L.* und *S. orientale L.* Letztere Pflanze wird, da sie sich von ersterer nur durch die grobe Zahnung des Blattes und durch die braunviolette bis schwärzliche Färbung der Samen unterscheidet, von de Candolle blos als eine Varietät von *Sesamum indicum* angesehen.

Als Heimat der Sesampflanze wird das südliche und östliche Asien angesehen. Dort, z. B. in Indien, und in den gebirgigen Gegenden Javas, wo *S. indicum DC.* (= *S. i. L.* + *S. o. L.*) auch wild wächst, wird dieses krautige Gewächs seit undenklichen Zeiten cultivirt[1]).

Gegenwärtig wird die Sesampflanze, und zwar beide Formen derselben, wegen des hohen Oelgehalts der Samen in den meisten tropischen und wärmeren Ländern gebaut; so in Indien, Kleinasien, Griechenland (Libadien, Boeotien, Messina)[2]), Egypten, Algier, Zanzibar, Natal, in den französischen Colonien an der Westküste Afrikas, Brasilien, Westindien; in neuester Zeit stark in den Südstaaten Nordamerikas[3]). Die Billigkeit des Rohmaterials, der Reichthum der Samen an gutem Oel sind Ursache, dass der Sesam heute zu den wichtigsten Rohstoffen für Oelgewinnung zählt, und namentlich in Frankreich und England, in neuester Zeit aber auch in Deutschland und Oesterreich zur Oelpressung genommen wird.

Einen sehr werthvollen Beitrag zur Kenntniss der Sesamsamen verdanken wir Flückiger[4]). Die nachfolgenden Daten sind seiner Arbeit entnommen.

Die Frucht von *Sesamum indicum* ist eine abgerundete, vierkantige, kurz bespitzte, etwa 2 Cent. lange und 5 Millim. dicke Kapsel, in welcher zur Zeit der Reife zahlreiche Samen enthalten sind, die sich leicht von den Fruchthüllen befreien lassen. Die Samen sind hellgelb[5]) bis bräunlich (von *Ses. indicum L.*) oder braunviolett bis schwärzlich (von *S. orientale L.*), eiförmig im Hauptumriss, stark plattgedrückt, im Mittel 4 Millim. lang, 2 Millim. breit und 1 Millim. dick, durchschnittlich 4 Milligr. schwer. Vom Nabel, der am spitzen Ende liegt

1) Miquel, Flora von Nedel. Indië. II. p. 760.
2) Heldreich, Die Nutzpflanzen Griechenlands. p. 57.
3) Vgl. Offic. österr. Ausstellungsbericht (1867). V. p. 341.
4) Schweizerische Wochenschrift für Pharmacie. 1865. p. 282 ff.
5) Sesamsamen aus Chalcis und Yaboo auch weisslich.

und durch eine hell gefärbte Erhabenheit bezeichnet ist, gehen nach dem stumpfen Ende hin vier zarte dunkle Leistchen, von denen die an der stärker abgeplatteten Seite gelegenen kräftiger ausgeprägt sind. Die dünne Samenschale umschliesst einen öligen Kern, an welchem die beiden Samenlappen und das Würzelchen leicht unterscheidbar sind. — Die Samenschale besteht aus senkrecht auf die Oberfläche gestellten, 0.050—0.070 Mm. langen und 0.020 Mm. dicken, prismatischen Zellen. Hieran schliesst sich die äussere Samenhaut, ein dünnes, schlaffes Häutchen, mit wohl nicht mehr gut erkennbaren Structurverhältnissen. Die innere, den Embryo unmittelbar umschliessende Samenhaut, besteht aus drei Lagen derber Zellen, und erreicht eine mittlere Dicke von 0.100 Mm. In den Zellen der Samenschale liegen Krystalldrüsen, welche wahrscheinlich aus oxalsaurem Kalk bestehen. Der in der dunkelsamigen Varietät auftretende Farbstoff hat seinen Sitz in den Zellmembranen der Samenschale. — Die Cotylen führen in einem zartwandigen Parenchym die Anlage von je drei Gefässbündeln und sind von einem aus kubischen Zellen bestehenden Epithel bedeckt. Im Parenchymgewebe treten neben Oel noch wolkige Massen von Eiweisskörpern auf. — Ich habe den Angaben Flückiger's nur hinzuzufügen, dass alle Parenchymzellen der Cotylen strotzend mit 0.005—0.010 Millim. dicken, rundlichen Aleuronkörnern gefüllt sind.

Flückiger fand in den Sesamsamen: 4.5 Proc. Wasser, 6 (gelbe Körner) bis 8 (schwarze) Proc. Mineralbestandtheile, 3.8 Proc. Gummi, 22 Proc. Eiweisssubstanzen. Die Oelmenge beträgt 56.33 Proc. Flückiger's sorgfältige chemische Untersuchung widerlegt die häufig verbreitete Angabe, dass Sesam 70—90 Proc. Oel liefere. Durch Shinn[1]) ist nachgewiesen worden, dass sich aus den Samen durch Pressung 48 Proc. Oel gewinnen lassen, eine immerhin reichliche Ausbeute, die sich durch Sorgfalt noch bis auf 50 Proc. steigern lässt.

Nach Flückiger gehört Sesamöl zu den nicht trocknenden Oelen; es besitzt eine schön hellgelbe Farbe, bei 23 °C. eine Dichte von 0.9191, es erstarrt bei —5 °C. Der Geschmack des Sesamöls ist milde, doch nicht so angenehm als der des Mandel- oder Olivenöls. Wie Behrens[2]) zeigte, so kommt dem Sesamöl eine sehr characteristische Farbenreaction zu, indem es mit einem aus gleichen Theilen von Salpetersäure und Schwefelsäure bereiteten Gemische eine vorübergehende grüne Färbung annimmt. Auch in Oelgemischen, welche 10—25 Proc. Sesamöl enthalten, lässt sich letzteres durch diese Reaction nachweisen.

---

1) Jahresbericht von Wigger's über die Fortschritte in der Pharmakognosie. 1863. p. 158.

2) Mittheilungen des Schweizer Apothekervereins. 1852. p. 117.

Das Sesamöl wird technich und selbst als Genussmittel gleich dem Olivenöl, zu dessen Verfälschung es erwiesenermassen häufig benutzt wird, verwendet.

13. Buchelkerne.

Die Samen der Rothbuche, *Fagus silvatica*, enthalten beträchtliche Mengen eines fetten Oels, welches sich ihnen mit Vortheil durch Pressen oder Extrahiren mittelst Schwefelkohlenstoff etwa in einer Menge von 17 Proc. entziehen lässt. In neuerer Zeit beschäftigen sich mehrere grössere europäische Oelfabriken, unter anderen auch ein bedeutendes Etablissement zu Ludwigshafen am Rhein, mit der Verwerthung dieses Rohstoffes [1]. Indess ist die Erzeugung von Buchelkernöl keine neue Erfindung, indem schon zu Anfang des achtzehnten Jahrhunderts dieses Oel in England bereitet wurde [2]. Nach Mittheilungen Porta's, welche Böhmer [3] citirt, scheint die Oelbereitung aus den Samen der Rothbuche noch älter zu sein.

Die Buchelkerne sind bei der Ausdehnung der europäischen Rothbuchenbestände leicht in grossen Massen zu beschaffen, trotz des Umstandes, dass die Bäume nicht jährlich, sondern erst nach Ablauf von 4—5 Jahren Früchte bringen.

Die Früchte der Buche treten bekanntlich nicht einzeln auf, sondern werden gruppenweise durch eine aus Blüthendeckblättern entstandene, sich vierklappig öffnende Scheinfruchthülle zusammengehalten. Die eigentlichen Früchte (Buchelkerne) sind gewöhnlich einsamige Nüsse. Im Fruchtknoten erscheinen sechs Samenknospen angelegt, von denen jedoch gewöhnlich nur eine zur Entwicklung gelangt. Nicht selten tritt in einer Frucht neben einem grossen, noch ein unentwickelter Samen auf. Seltener erscheinen zwei gleich grosse, oder mehr als zwei Samen in einer Frucht. Die Fruchtschalen lassen sich leicht von den Samen trennen. Letztere sind die zur Oelgewinnung verwendeten Buchelkerne.

Die Frucht der Buche hat die Form einer an der Basis zugerundeten, dreiseitigen Pyramide, mit nach der Spitze hin stark geflügelten Kanten. Die am Grunde der Nuss befindliche Befestigungsstelle springt wegen ihrer Grösse, ihrer scharf dreiseitigen Form, und ihrer dunkeln Farbe halber, deutlich in's Auge. Die stark ausgezogene Spitze der Frucht ist dicht mit bräunlichen Wollhaaren bedeckt. Die Länge

1) Offic. österr. Bericht über die Pariser Ausstellung. (1867). V. p. 341.
2) Jacobson, Technolog. Wörterbuch. I. p. 318.
3) l. c. I. p. 634.

der Frucht beträgt 1.2—1.5, die grösste Breite der Begrenzungsflächen 0.8—0.9 Centim. Die Aussenseite der Fruchtschale besitzt eine hellbraune Farbe, deutlichen Glanz und ist ziemlich platt begrenzt. Auf der glanzlosen, mattbraunen Innenseite erscheinen zahlreiche Längsstreifen. Das Gewebe der etwa 0.2 Millim. dicken Fruchtschale lässt deutlich zwei Schichten unterscheiden, eine äussere, aus ziemlich transparenten, dickwandigen, etwa 0.022 Mm. im Durchmesser haltenden, und eine innere, aus tangential abgeplatteten und in dieser Richtung stark gestreckten, braunen, opaken Zellen zusammengesetzte.

Die Samenhaut ist braunschwarz von Farbe, mit zahlreichen langen, einzelligen, verschieden verdickten, und oft korkzieherartig gedrehten Haaren versehen, und besteht aus platten, polygonal begrenzten, etwa 0.045 Millim. breiten, braunen, undurchsichtigen Zellen. Von trockenen Samen lässt sich die Samenhaut leicht ablösen. — Der Same der Rothbuche ist eiweisslos, und führt blos einen mit vielfach gefalteten Cotylen versehenen Keim. Die Keimblätter sind mit einem aus abgeplatteten, nach aussen dickwandigeren, mit grünlichem Inhalt versehenen Epithel überdeckt. Das Grundgewebe dieser Organe besteht aus zartwandigen parenchymatischen, mit Fetttröpfchen und Aleuronkörnern erfüllten Zellen. Wand und Inhalt der letzteren sind farblos. Der Durchmesser dieser rundlichen oder polyedrischen Elemente beträgt im Mittel 0.031 Millim. Die Aleuronkörner erreichen eine Grösse von 0.0045—0.0067 Millim.

Kaltgepresstes, aus geschälten Früchten bereitetes Buchelkernöl ist fast farblos, nicht trocknend, von angenehmen Geruch und Geschmack; es kann selbst als Speiseöl benutzt werden. Heissgepresstes oder durch Schwefelkohlenstoff extrahirtes Fabriksöl schmeckt herb und ist gelblich bis lichtbräunlich gefärbt und wird als Brennöl und zur Seifenbereitung, freilich auch zur Verfälschung von Nuss-, Mohn- und Olivenöl benutzt. Buchelkernöl soll sich, ohne ranzig zu werden, länger als Olivenöl aufbewahren lassen.

14. Flohsamen.

Die Flohsamen *(Semen Psyllii)* werden ihres hohen Schleimgehaltes wegen seit langer Zeit[1]) theils medicinisch, theils technisch verwendet.

Die Pflanze, deren Samen diese Waare liefern, ist *Plantago Psyllium L.*, eine krautige, an sandigen Küsten des wärmeren Europas häufige Pflanze. Nach Guibourt[2]) scheinen die im französischen

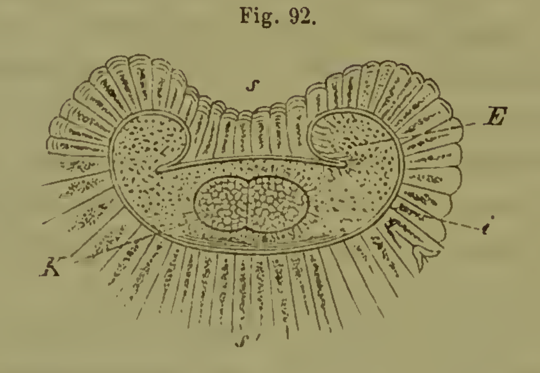
1) Böhmer l. c. II. p. 334.
2) l. c. II. p. 448.

Handel vorkommenden zu technischen Zwecken dienenden Flohsamen von einer der genannten Pflanze verwandten, nämlich von der auch in Deutschland und Oesterreich wachsenden *Pl. areraria W. et K.* abzustammen Die von mir untersuchten Proben dieser Waare aus dem Wiener Handel stimmten völlig mit den Samen von *Pl. Psyllium* aus dem Wiener botanischen Garten überein.

Die Flohsamen sind etwa 3 Mm. lang, 1 Mm. breit, elliptisch im Umriss, auf einer Seite gewölbt, auf der anderen ausgehöhlt. Eigenthümlich, etwa C-förmig concav-convex begrenzt, ist der Umriss des Querschnitts (vgl. Fig. 92). Die Samen sind mit einer bräunlichen oder schwärzlichen Samenschale bedeckt. Das mittlere Gewicht eines Samens beträgt 0.95 Milligr.

Die Samen von *Plantago Psyllium* bestehen aus einer Samenschale, einem Sameneiweiss und einem mit Würzelchen und zwei Cotylen versehenen Embryo.

Fig. 92.



Vergr. 30. Querschnitt durch einen im Wasser aufquellenden Samen von *Plantago Psyllium* (halbschematisch) *ss'* äussere quellende Samenhaut, *i* innere Samenhaut. *E* Sameneiweiss, *K* Keim.

Der Sitz des Schleim's ist die äussere Samenhaut, welche bei Benetzung mit Wasser mächtig aufquillt und den Samen mit einer wolkigen Hülle umgiebt.

Die Menge des Schleim's steigt bis auf 15 Proc.

Der Flohsamenschleim dient zum Appretiren von Seidenzeugen und Mousselins, zum Steifmachen verschiedener Gewebe und anderer Gegenstände, zum Glänzendmachen von gefärbtem Papier und als Verdickungsmittel im Zeugdruck.

Achtzehnter Abschnitt.

Früchte.

Uebersicht der Gewächse, deren Früchte technisch verwendet werden.

1) Mimoseen.

Acacia arabica Willd. (= Mimosa arabica Lam. = M. arabica Roxb.)
A. nilotica Del.
A. vera DC.
A. Cineraria Willd.
A. Seyal Del.
A. Verek Guill. et Perott.
A. Adansonii Guill. et Perott.
A. Sing Perott.
A. Farnesiana Willd.
} S. Bablah.

2) Cæsalpineen.

Cæsalpinia coriaria Willd. (= Poinciana coriaria Jacq.). S. Dividivi.

Ceratoria siliqua L. Mittelmeerländer. Die zuckerreichen Früchte dienen zur Branntweinbereitung.

3) Aurantiaceen.

Citrus aurantium Risso. Heimat, wie die aller folgenden *Citrus*-Arten: wärmeres Asien; in Südeuropa und im wärmeren Amerika häufig cultivirt. Unreife Früchtchen, im Handel Orangettes oder Aranzinetti genannt, dienen zur Bereitung eines in der Parfümerie benutzten

ätherischen Oels, des Petit grain-Oels. Ein Oel gleichen Namens und derselben Verwendung wird aus den Blättern des Baumes dargestellt. Aus den reifen Früchten, Orangen, wird das in der Parfümerie verwendete Orangenöl bereitet. Die Schalen der Frucht kommen, hauptsächlich von Curaçao, unter dem Namen Curaçao-Schalen in den Handel und finden in der Liqueurfabrication Verwendung.

C. auratium Risso. var. balearicum. Die Früchte liefern das Portugalöl.

C. Bigaradia Risso (= C. vulgaris DC.). Bittere Pomeranze oder Bigarade. Im wärmeren Europa häufig cultivirt. Die Blätter und unreifen Früchtchen werden wie die des vorhergenannten Baumes verwendet. Die reifen Früchte geben ein ausgezeichnetes Orangenöl, welches dem aus der Orange gewonnenen vorgezogen wird.

C. Bergamia Risso. Bergamotte. Im wärmeren Europa cultivirt. Die reifen Früchte geben das Bergamottöl.

C. Limetta Risso. Aus den Früchten wird in Italien und Südfrankreich das Limettöl bereitet.

C. Limonium Risso. Limone. Die sehr sauren Früchte dienen zur Darstellung von Citronsäure, und sind hierfür geeigneter als die Früchte der folgenden.

C. medica Risso. Citrone. Aus der Schale wird das ätherische Citronöl, aus dem Fruchtfleisch Citronsäure gewonnen.

Ueber die Characteristik der genannten Früchte s. Risso et Poiteau, Histoire nat. des orangers. Paris 1818—19.

4) Rhamneen.

Rhamnus infectoria L.
R. chatartica L.
R. saxatilis L.
R. alaternus L. } S. Gelbbeere.
R. amygdalina Desf.
R. græcus Boiss. et Reut.
R. prunifolius Sibth.

5) Euphorbiaceen.

Phyllanthus emblica L. (= Emblica officinalis Gärt.). Die Früchte dienen in Indien zum Gerben. S. auch Myrobalanen.

Rottlera tinctoria Roxb. (= Mallotus philippinensis Müll.). Indien, Philippinen. Die Drüsen, welche die Frucht dieser Pflanze bedecken, dienen in Indien zum Roth- und Orangefärben und bilden daselbst unter den Namen Wurus, Waras, Wasuntagunda einen wichtigen Han-

delsartikel. Die Waare kommt als Kamala in neuerer Zeit auch nach Europa, wird aber hier nur medicinisch benutzt. S. Bancroft, Natur der beständigen Farben. II. p. 522. Sehr genaue Beschreibungen der Kamala sind enthalten in Vogl's Com. z. österr. Pharm. p. 397 ff. und Flückiger's Pharmakognosie. p. 125 ff.

R. affinis Hassk. Indien, Sundainseln. Die Drüsen von der Oberfläche der Frucht stimmen mit der Kamala überein, und scheinen dieselbe Verwendung, wie diese, zu finden. Miquel, Fl. von Ned. Ind. I. 2. p. 397. Flückiger l. c. p. 125 ff.

Ueber die der Kamala eigenthümlichen chemischen Individuen (Rottlerin, Rottleraroth etc.) s. Andersen, Chem. Centralblatt. 1855. p. 372.

6) Sapindaceen.

Sapindus saponaria L.
S. emarginatus Vahl
S. laurifolius Vahl (= S. trifoliatus L.)
S. Rarak DC.
S. madurensis Perott.
} Seifenbeeren.

Peckea butyrosa Aubl. Guiana. Die Früchte liefern ein butterartiges Fett. Aublet, Plantes de la Guyane. I. p. 594.

7) Combretaceen.

Terminalia Chebula Roxb.
T. Bellerica Roxb.
T. citrina Roxb.
T. Catappa L.
} S. Myrobalanen.

8) Phytolacceen.

Phytolacca decandra L. (= Ph. vulgaris Mill.). Nordamerika. In Europa häufig in Gärten cultivirt. Die Früchte, unter dem Namen Kermesbeeren bekannt, dienen zum Rothfärben von Weinen und anderen Genussmitteln.

9) Clusiaceen.

Pentadesma butyracea Don. Die Früchte liefern ein Fett. S. oben p. 197.

10) Bixineen.

Bixa Orellana L. und *B. Urucana Willd.* Südamerika, Westindien. Aus den Früchten wird Orlean bereitet. S. u. a. Martius, Flora Brasil. Fasc. 55. p. 514. Browne, Jamaika. p. 254.

11) Magnoliaceen.

Illicium anisatum Lour.? S. Sternanis.

12) Umbelliferen.

Carum carvi L. S. Kümmel.

Pimpinella anisum L. (= Anisum vulgare Gärt.). S. Anis.

Cuminum Cyminum L. S. Mutterkümmel.

Coriandrum sativum L. S. Coriander.

Foeniculum officinale All. (= F. vulgare Gärt. = Anethum Foeniculum L.). S. Fenchel.

F. dulce DC. (= F. officinale Mér. et de Lens.). S. Fenchel.

13) Oleineen.

Olea europæa L. Ueber das Fett der Früchte s. oben bei Olivenöl p. 213.

14) Rubiaceen.

Gardenia sp. S. Chinesische Gelbschoten.

15) Compositen.

Carthamus tinctorius L. S. Saflorsamen.

Helianthus annuus L. S. Sonnenblumensamen.

Madia sativa Mol. Chili. Hier und dort auch in Europa cultivirt. Die Früchte (Madiasamen) geben ein dem Olivenöl ähnliches Product. Duchesne l. c. p. 141.

Polymenia abyssinica L. Abyssinien. Aus den Früchten wird Oel gepresst. Duchesne l. c. p. 142.

Guizotia oleifera DC. Ostküste Afrikas. Die Früchte liefern Oel. Cat. des col. fr. p. 89.

16) Laurineen.

Laurus nobilis L. Südeuropa. Die Früchte des Lorbeers dienen zur Gewinnung des wohl nur medicinisch benutzten Lorbeeröls.

L. glauca Thunb. Japan. Die Früchte geben Brennöl. Thunberg, Flora japon. p. 173.

Tetranthera laurifolia Jacq. (= Sebifera glutinosa Lour. = Berria chinensis Klein). Aus den Früchten wird auf Réunion ein Oel gewonnen. Cat. des col. fr. p. 89.

Lepidadenia Wigthiana Nees. S. oben bei den Fetten p. 197.

17) Cannabineen.

Humulus lupulus L. S. Hopfen.

18) Artocarpeen.

Artocarpus incisa L. fil. Ueber die aus den Früchten dargestellte Stärke s. oben p. 279.

Ficus carica L. Die Feigen werden ihres hohen Zuckergehaltes wegen technisch zur Branntweinbereitung verwendet.

19) Cupuliferen.

Quercus Aegilops L. S. Valonea.

20) Myriceen.

Myrica sp. Ueber die Arten dieses Genus, welche vegetabilisches Wachs liefern, s. oben p. 227.

21) Amomeen.

Elettaria Cardamomum White et Mat. (= Alpinia Cardamomum Roxb. = Amomum Cardamomum DC.). Vorderindien, Nicobaren. Die Früchte sind als kleine oder malabarische Cardamomen im Handel bekannt.

E. major Smith (= E. media Link). Ceylon. Liefern die langen Cardamomen. Die Früchte dienen nicht nur in der Medicin und als Gewürz, sondern finden auch in der Liqueurfabrication und Parfümerie Verwendung. Ueber diese und andere im Handel seltener vorkommenden Cardamomenarten s. Hanbury, Pharmaceutical Journ. XIV. p. 352. Guibourt, Histoire naturelle des drogues simples. VI. ed. p. 251 und Flückiger, Pharm. p. 611.

22) Orchideen.

Vanilla planifolia Andrews.
V. Pompona Schiede. } S. Vanille.

23) Gramineen.

Ueber Stärke und Mehl der Getreidearten s. oben p. 260.

24) Palmen.

Cocos nucifera L. Ueber die Steinschalen der Cocosnuss s. Cocosnussschalen; über Cocosnussfett p. 202; über Coïr p. 202.

C. butyracea L. S. oben bei den Fetten.

Attalea funifera Mart. (= Leopoldina Piassaba Wallace = Cocos lapidea Gärt.). S. Cocosnussschalen.

Elaeïs guineensis. S. oben bei Palmfett p. 198.

Alfonsia oleïfera Humb. et Bonp. S. oben p. 198.

Guilielma speciosa Mart. S. oben p. 198.

Oenocarpus Bacaba Mart.
Oe. Batava Mart. } S. oben p. 198.

Phoenix dactylifera L. Tropen. Die Datteln werden ihres hohen Zuckergehaltes wegen zur Branntweinbereitung benutzt.

Acrocomia sclerocarpa Mart. Die Früchte geben Fett. S. oben p. 198.

25) Pandaneen.

Phytelephas macrocarpa Ruiz et Pav. (= *Elephantusia macrocarpa Willd.*). S. vegetabilisches Elfenbein.

1. Bablah.

Unter diesem Namem versteht man die Hülsenfrüchte mehrerer Acacienarten, die ihres grossen Gerbstoffgehaltes wegen zum Gerben und Schwarzfärben benutzt werden. In den Nilländern werden die zur Lederbereitung angewendeten Acacienhülsen als Garrat[1]) oder Neb-Neb bezeichnet. Im europäischen Handel führen die gerbstoffreichen Acacienhülsen auch den Namen indischer Gallus[2]).

In Egypten, Ostindien und am Senegal scheint die Bablahfrucht seit alter Zeit zum Gerben benutzt zu werden; in Europa ist dieser Rohstoff jedoch erst seit dem Jahre 1825 bekannt[3]).

Ueber die Abstammung der Bablahhülsen herrscht noch viel Ungewissheit. Das reiche Untersuchungsmaterial, welches mir zu Gebote stand, gestattete mir, einige Klarheit in diese Frage bringen zu können. Die botanische Herleitung der verschiedenen Bablahsorten des Handels ist nicht ohne practischen Werth, da der Gerbstoffgehalt der Früchte verschiedener Acacienarten ein höchst verschiedener ist, ja einzelne Species dieses artenreichen Genus so gerbstoffarme Hülsen hervorbringen, dass selbe weder zum Gerben noch Schwarzfärben dienen können. So fand ich beispielsweise, dass die Früchte von *Acacia Catechu Willd.* und *A. eriocephala Fenzl* sehr kleine Mengen von eisengrünendem

1) Dass die zum Gerben dienenden Früchte von *Acacia nilotica Del.* dort Garrat genannt werden, ist durch Schweinfurth (*Linnœa* 1867) bekannt geworden. Im Herbarium des Wiener botanischen Hofcabinettes befindet sich bei den von Kotschy gesammelten Exemplaren dieser Pflanze eine von seiner Hand geschriebene ältere Notiz, welche das Gleiche aussagt.

2) Martius, Pharmakognosie. p. 246. Merck, Waarenlexikon. p 32.

3) Guibourt l. c. 4. éd. T. III. p. 361.

Gerbstoff führen. Noch geringere Mengen — fast nur Spuren — des letztgenannten Körpers enthalten die Früchte von *A. Verek Guill. et Per.*

Fast in allen neueren Werken über Technologie und Waarenkunde wird die bei weitem wichtigste Bablahsorte (ostindische Bablahhülsen) von einer angeblich Roxburgh'schen Species Namens *A. Bambolah* abgeleitet[1]. Allein diese Species scheint gar nicht zu existiren. Sie fehlt sowohl in den bekannten erschöpfenden Sammelwerken über die botanische Literatur von de Candolle, Walpers und Stendel, als auch in jenen in diesem Werke oft citirten Schriften Roxburgh's, in welchen er die von ihm entdeckten indischen Pflanzenarten beschrieb. Ich zweifle nicht daran, dass unter dieser angeblichen *Acacia Bambolah Roxb.* nichts anderes als *Mimosa arabica Roxb.* (= *Acacia arabica Willd. δ indica Benth.*) zu verstehen ist. Es passt nämlich die von Roxburgh gegebene Beschreibung und Abbildung der Früchte dieser Pflanze[2] auf die ostindischen Bablahschoten. Auch führt der Autor in seiner Flora indica[3] an, dass *Mimosa arabica*, über deren gerbstoffreiche Hülsen der Autor schon in der Beschreibung der auf der Küste von Coromandel wachsenden Pflanzen berichtet, den indischen Namen Babool oder Babula (im Sanscrit: Burbura) führt, von welchem Worte der Name Bablah zweifelsohne abstammt.

Die egyptischen Bablahhülsen stammen, den verlässlichen Angaben Kotschy's und Schweinfurth's zufolge, von *Acacia nilotica Del.* Ich kann dies auch insofern bestätigen, als die egyptischen Bablahsorten, welche sich in meinem Besitze befinden (Handelssorten und Proben von der letzten Pariser Ausstellung), völlig mit den Früchten der genannten Pflanze übereinstimmen.

Die Früchte von *Acacia arabica* und *nilotica* bilden die Hauptmasse dessen, was im Handel als Bablah vorkommt. Es sei bei dieser Gelegenheit bemerkt, dass diese beiden Pflanzen und auch *A. vera DC.*, deren Hülsen ebenfalls eine Bablahsorte liefern sollen[4], sich botanisch einander so sehr nähern, dass sie Benthham[5] in eine Art (*A. arabica Willd.*) zusammenfasst.

---

1) Die älteste diesbezügliche Angabe fand ich in Martius, Pharm. p. 246. S. auch Berg, Pharm. Waarenkunde. I. p. 427. Henkel, Naturproducte etc. I. p. 353.

2) Roxburgh, Coromandel Plants. II. Nr. 149. Zwischen dem ostindischen Bablah und den Früchten der indischen Form von *Acacia arabica* (Herbarexemplare) habe ich keinen Unterschied aufgefunden.

3) II. p. 558.

4) S. u. a. Guibourt l. c. p. 361.

5) Notes on Mimoseæ in Hooker's Journ. of Botany. I. p. 494 ff.

Von anderen Acacien, welche Bablahsorten des Handels liefern sollen, werden genannt: *A. Farnesiana Willd.*, *A. Verek Guill. et Perott.*, *A. Sing Guill. et Perott.*, *A. Adansonii Guill. et Perott.*, *A. Seyal Del.* und *A. cinerea Willd.* — Früchte von *A. Farnesiana* sollen gleichzeitig mit ostindischem Bablah, und zwar aus Mauritius, in den europäischen Handel gebracht worden sein (Guibourt), und auch in Neucaledonien zum Gerben Verwendung finden[1]. Ich habe unter den europäischen Handelssorten die Hülsen von *A. Farnesiana* nicht gefunden. Die Früchte dieser Pflanze, welche sich in meiner Hand befinden und von Unger aus Egypten mitgebracht wurden, bilden nach ihren chemischen Eigenthümlichkeiten zweifelsohne ein gutes Gerbmaterial, weshalb ich dieselben unten beschreiben werde. Desgleichen die Früchte von *A. Adansonii*, welche in Senegal ein gutes Gerbmaterial liefern (Guibourt). — Die in meinem Besitze befindlichen, angeblich von *A. Sing* aus Senegal stammenden Früchte, fand ich so gerbstoffarm, dass sie wohl nicht als Gerbmaterial angesehen werden können. — Dass *A. Verek*, deren breite, biegsame, papierdünne Hülse höchst arm an Gerbstoff ist[2], auch Bablah liefern soll (Guibourt), beruht ebenso auf einem Irrthume, als Virey's[3] manchmal benutzte Angabe, dass der indische Gallus von *A. Cineraria Willd.* abzuleiten sei. — Ob die Angabe Guibourt's, dass auch *A. Seyal* Bablah liefere, richtig ist, hatte ich nicht Gelegenheit zu prüfen. Da aber Schweinfurth in seiner ausführlichen Beschreibung dieses Baumes der Verwendung der Hülsen nicht gedenkt, so dürfte es berechtigt sein, diese Angabe zu bezweifeln.

Die Früchte der Acacien sind entweder ungegliedert (*A. Verek*) oder sie sind Gliederhülsen (*A. arabica*). Die Mitte zwischen diesen Fruchtformen hält die unvollständig gegliederte Hülse von *A. Farnesiana*, deren innere Fruchthaut keine geschlossene Scheidewand zwischen den einzelnen Samen bildet. — Die äussere Fruchthaut (Epicarp) der Acacienhülsen besteht aus einer Epidermis, deren kleine, polygonal begrenzten Elemente nur wenige Spaltöffnungen zwischen sich aufnehmen, und an die sich ein kleinzelliges Parenchym anschliesst, welches die, mehr oder weniger stark entwickelte Spiralgefässe und bastartige Zellen führenden Gefässbündel umschliesst. Das Mesocarp wird von einem Parenchym gebildet, welches sehr reich an mehr oder minder grossen Intercellularräumen ist. Das Endocarp bildet ein aus langen Fasern zusammengesetztes Gewebe, welches meist aus mehreren Schichten

1) Cat. des col. fr. p. 101.

2) S. oben p. 751.

3) S. Martius l. c. p. 246.

besteht. Die Fasern der einzelnen Schichten kreuzen sich in diesem Falle stets, und zwar in schiefer oder senkrechter Richtung.

Alle gerbstoffreichen Acacienfrüchte sind dadurch ausgezeichnet, dass sie hart und spröde sind und auf dem Querbruch eine harzartige, gelbliche bis schwärzliche Mittelschicht erkennen lassen, welche vorwiegend aus eisenbläuendem Gerbstoff besteht, aber auch einen harzartigen Körper enthält. In Wasser löst sich diese spröde Masse zum grossen Theile auf und hinterlässt einen aus überaus kleinen Harzkügelchen bestehenden Rückstand. Die genannte Gerbstoffschicht liegt zwischen der äusseren Fruchthaut und dem Mesocarp. Sie lässt mikroskopisch keine organische Structur erkennen.

1. Hülsen von *Acacia arabica* (ostind. Bablah). Hülse gegliedert, stark eingeschnürt bis perlschnurartig. Glieder 1—1.5 Cent. breit, eben so lang, 3—4 Millim. dick, im Umriss nahezu kreisrund, stets jedoch etwas schief, feingeadert, mit grauem Wollüberzug bedeckt. Haare einzellig kegelförmig, mit eingeschnürter Basis, im Mittel 0.26 Millim. lang und 0.02 Millim. breit. Dort, wo der Wollüberzug abgestreift ist, erscheint die Hülse glatt und glänzend, bräunlich bis schwärzlich gefärbt. Harzartig aussehende Gerbstoffschicht lichtbräunlich bis schwärzlich. Mesocarp sehr spärlich. Innere Fruchtschicht isabellgelb bis schmutzigbraun. — Samen elliptisch, abgeplattet, 5—7 Mm. lang, 4—5 Mm. breit, braun. Am Rande haftet häufig noch Mesocarpgewebe. Nach Abstreifung dieses Gewebes erscheinen die Samen in folgender characteristischen Weise gezeichnet: Ein brauner, breiter, centraler Fleck wird von einem etwas helleren Saume umgeben; an der Grenze beider liegt eine dem Contour des Samens genau parallele weissliche Linie.

Die Hülse ist vielgliederig; nach Royle's Zeichnung bis 12gliederig. Die Handelswaare besteht gewöhnlich nur aus einzelnen oder zu 2—3 vereinigten Hülsengliedern.

2. Hülsen von *A. nilotica* (epypt. Bablah. Garrat, Neb-Neb). Hülsen so geformt wie die vorigen, nur aus kürzeren und noch stärker schiefen Gliedern bestehend, fein geadert, völlig kahl, grünbraun, in der Mitte glänzender und dunkler bis grünlichschwarz. Gerbstoffschicht dünn, schwärzlich. Spärliches Mesocarp. Innere Fruchthaut grünbräunlich. Samen ähnlich wie die vorigen aber kleiner und mit verwaschener Zeichnung.

Die Waare besteht meist nur aus einzelnen Hülsengliedern.

3. Hülsen von *A. Adansonii* (Gousses de Gonaké). Hülsen innen deutlich, aussen undeutlich gegliedert, 2—20gliederig, 16—20 Centim. lang, 15—20 Millim. breit, 4—6 Millim. dick, aussen graufilzig, nach dem Abstreifen des Haarüberzugs schwarzbraun, grob astförmig geadert. Die Haare des Wollüberzuges stimmen mit denen der

indischen Bablahschoten überein. Gerbstoffschicht rothbraun, dick. Mesocarp makroskopisch nicht mehr nachweisbar. Innere Fruchthaut ockergelb. Samen elliptisch, dick. Zeichnung der Oberfläche so verwaschen wie bei der vorhergehenden.

4. Hülsen von *A. Farnesiana.* Hülsen fast stielrund, undeutlich und unvollkommen gegliedert, 8—10 Cent. lang, 7—9 Millim. dick, braunschwarz, aussen fein, der Länge nach gerunzelt. Gerbstoffschicht dick, bräunlich; Mesocarp stark entwickelt, weisslich. Endocarp sehr zart, in's Mesocarp übergehend. — Samen braun, unregelmässig, rundlich, 5 Millim. lang, 3—4 Millim. dick, braun, ohne Zeichnung.

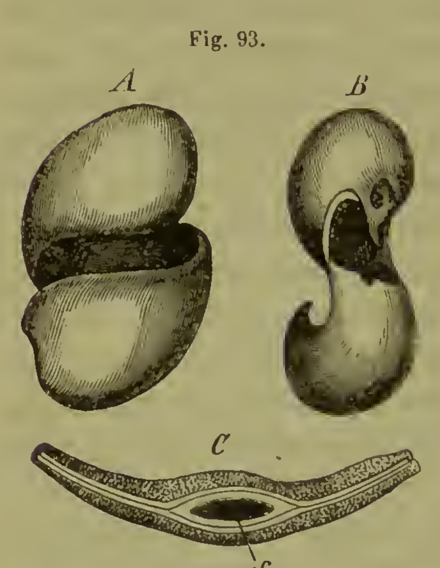
Die Gerbstoffmenge der Bablahhülsen beträgt im Mittel 16 Proc. Nach Stenhouse kommt im Endocarp Gallussäure vor[1]).

Dieser Rohstoff dient zum Gerben und Schwarzfärben.

2. Dividivi.

Mit diesem Namen bezeichnet man die gerbstoffreichen Früchte der in Südamerika und Westindien einheimischen *Cæsalpinia coriaria Willd.* Auf Caraçao, wo man die Früchte seit Langem zum Gerben verwendet, nennt man die Bäume »los dividivos«, von welchem Worte der Handelsname, der manchmal auch Libidibi lautet, herrührt. Auch in einigen Gegenden Südamerikas kennt man die Eigenschaften der Hülsen lange und benutzt sie zur Lederbereitung. In Europa scheint dieser Rohstoff erst seit Anfang dieses Jahrhunderts zum Gerben und Schwarzfärben benutzt zu werden[2]).

Fig. 93.



Natürl. Grösse. Früchte von *Cæsalpinia coriaria* (sog. Dividivischoten). *C* Loupenbild eines Querschnittes durch die Frucht und den Samen (*s*).

Die genannten Früchte werden im reifen Zustande gesammelt und kommen aus Caracas, Maracaibo und Curaçao in den Handel.

Die Frucht der *Cæsalpinia coriaria* ist eine schnecken- oder S förmig eingerollte, trockene und spröde, an beiden Enden stumpf zugespitzte Hülse. Die zusammengerollte Frucht ist etwa 1.5—3 Cent. lang, völlig geradegelegt würde ihre Länge 3—10 Centim. betragen. Die Breite beläuft sich auf 2—3 Cent., die Dicke auf 2—4 Millim. Die

---

1) Vgl. Berg l. c. I. p. 427.

2) Vgl. Jacquin, Select. stirp. americ. hist. p. 175; Bancroft l. c. II. p. 604 und Duchesne l. c. p. 261.

beiden Klappen der Hülse sind mit einander fast völlig verwachsen, nämlich bis auf die zur Beherbergung der Samen dienenden linsenförmigen Räume durch eine schmale Parenchymschicht verbunden. — Die Aussenfläche der Hülse ist fast glatt, etwas glänzend, kastanienbraun gefärbt. Wo die Oberhaut losgelöst ist zeigt sie eine matte, ockergelbe Färbung. Bricht man die Frucht auf, so erkennt man, dass jede Schale von einer zähen äusseren und inneren Haut gebildet wird, zwischen welchen eine stark entwickelte dicke, ockerbraun spröde Masse liegt. — Jede Frucht beherbergt 2—8, gewöhnlich 2—4 länglich linsenförmige, etwa 5 Mm. lange, mit harter, brauner, glänzender Schale versehene Samen.

Die Oberhaut der Hülse besteht aus polygonal begrenzten, tangential abgeplatteten, etwa 0.02 Millim. im längsten Durchmesser haltenden Zellen mit farblosen Wänden und einem bräunlichen körnigen Inhalt, der durch Eisensalze olivengrün gefärbt wird. Um die spärlich auftretenden Spaltöffnungen gruppiren sich die benachbarten Oberhautzellen in concentrischer Anordnung. Hieran schliesst sich eine mächtige, von Gefässbündeln spärlich durchzogene Parenchymschicht (ockerbraune Schicht), welche die Hauptmasse der Hülse bildet, und die sich aus dünnwandigen 0.045—0.098 Mm. weiten polyedrischen, grossen, 3—4seitigen, Intercellulargänge zwischen sich aufnehmenden Zellen gebildet wird. Die an die Oberhaut gelehnten Parenchymzellen sind bedeutend, nicht selten um die Hälfte kleiner, als die nach dem Innern der Frucht gekehrten. Im Inhalte aller dieser Zellen erscheint eine homogene, lichtbräunliche, glasig brechende Substanz, welche durch Eisenchlorid tief indigoblau gefärbt wird. Die Gefässbündel werden von dickwandigen, manchmal buchtigen Prosenchymzellen und sehr zarten, schmalen Spiralgefässen gebildet. — Jede der beiden inneren, weisslichen, zähen Klappenhäute besteht aus dickwandigen, bis 0.045 Millim. dicken, mit spaltenförmigen Poren versehenen Faserzellen, die wohl hauptsächlich, doch nicht genau, der Längsrichtung des Gewebes folgen. — Die beiden Klappenhäute sind durch ein zartes, kleinzelliges, aus stark zusammengefallenen Elementen bestehendem Parenchym innig verbunden, worin sich ebenfalls reichliche Mengen von eisenbläuendem Gerbstoff nachweisen lassen. Das gesammte Parenchym ist somit der Träger des Gerbstoffes der Dividivischoten.

Stenhouse hat in diesem Rohstoff Gallussäure und eine vom Galläpfelgerbstoff verschiedene Gerbsäure nachgewiesen[1].

---

1) Ann. der Chemie und Pharmacie. 45. p. 18.

3. Gelbbeeren.

Die Gelbbeeren bilden einen schon seit Langem zum Färben und zur Darstellung von Farben benutzten Rohstoff[1]).

Ueber die Abstammung der verschiedenen Gelbbeerensorten des Handels herrscht noch keineswegs Klarheit. Du Hamel[2]) zeigte, dass die französischen Gelbbeeren, die sog. Avignonkörner, von *Rhamnus infectoria L.*, einem im wärmeren Europa nicht selten wildwachsend anzutreffenden, in einzelnen Ländern der gemässigten und wärmeren Zone auch cultivirten Strauche herrühren. Martyn[3]) leitet, jedoch keineswegs mit zureichenden Gründen, die genannte Gelbbeerensorte von *Rhamnus Alaternus L.*, einem in Südeuropa und Kleinasien einheimischen immergrünen Laubgewächse ab.

Durchgängig werden in den über Gelbbeeren abhandelnden botanischen und technologischen Schriften folgende Stammpflanzen dieses Rohstoffs namhaft gemacht: *Rhamnus catharticus L.*, *R. infectoria L.*, *R. Alaternus L.*, *R. saxatilis L.* und *R. tinctoria Wald. et Kit.*; und zwar wird gewöhnlich angegeben, dass die erstbezeichnete Species die deutschen und einige ungarische, *R. infectoria*, *tinctoria* und *saxatilis* die französischen, italienischen und theilweise die ungarischen, endlich *R. Alaternus* die gesuchten persischen Gelbbeeren liefern.

R. tinctoria ist wohl nur eine Varietät von *R. saxatilis*, und existiren zwischen den Früchten beider keinerlei Unterschiede. — Die Herleitung einiger Gelbbeerensorten von *R. Frangula L.* (Europa) und *amygdalina Desf.* (Nordafrika) ist nicht zu rechtfertigen[4]). Hingegen ist von Heldreich[5]) nachgewiesen worden, dass die in Griechenland verwendeten Gelbbeeren nicht, wie früher angegeben wurde, von *R. saxatilis* und *infectorius*, welche Sträucher dort gar nicht vorkommen, sondern von *R. græcus Boiss. et Reut.*, vielleicht auch von *R. prunifolius Libth.* abstammen.

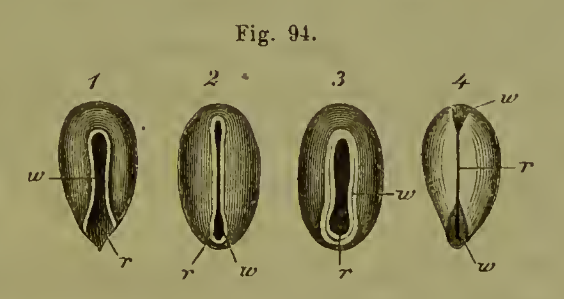
Die Untersuchungen, welche ich über die Abstammung der im deutschen und österreichischen Handel vorkommenden Gelbbeerensorten anstellte, haben ergeben, dass sich in den Waaren die Früchte von *R. infectoria, saxatilis* und *cathartica*, nicht aber die von *R. Alaternus* nachweisen lassen. — Die besten Unterscheidungsmerkmale gaben die

---

1) Böhmer l. c. II. p. 192.
2) Bancroft l. c. II. p. 134.
3) Bancroft l. c.
4) S. Bolley, Technologie der Spinnfasern. p. 54. Duchesne l. c. p. 296.
5) Die Nutzpflanzen Griechenlands. p. 57.

vom Fruchtgehäuse der Gelbbeeren umschlossenen Samen. Die Samen von *R. cathartica* besitzen eine bis auf den untersten, der Spitze zugewendeten Theil geschlossene Ritze, welche blos am oberen und unteren Ende mit einem knorpeligen Wulste umkleidet ist. Die Ritzen an den Samen von *R. Alaternus*, *saxatilis* und *infectoria* klaffen, mehr oder minder deutlich, der ganzen Länge nach, und sind auch rundum mit einem knorpeligen Wulst umgeben, der besonders scharf an den Samen der erstgenannten Art hervortritt. An den Samen von *R. infectoria* erhebt sich der Wulst nur wenig über die Fläche der Samenhaut; aber wegen seiner lichtbräunlichen Färbung, welche scharf gegen die dunkelbraune Färbung der übrigen Samenhaut contrastirt, ist er immerhin deutlich wahrnehmbar. Am oberen und unteren Ende der Ritze ist der Wulst stärker als in deren Mitte entwickelt, so dass es an manchen Samen den Anschein hat, als wäre er nur an den Enden der Ritze vorhanden. Die Samen von *R. saxatilis* besitzen eine weitklaffende Ritze, welche von einem breiten, lichtbräunlichen und mit der übrigen Samenhaut fast gleichfarbigen Wulst umgeben ist. — Wie die weiter unten folgenden Daten lehren werden, existiren zwischen den, von verschiedenen *Rhamnus*-Species herrührenden Gelbbeerensorten noch andere, als die im Baue der Samen begründeten Unterschiede.

Fig. 94.



Loupenbilder. 1. Samen von *Rhamnus alaternus*. 2. Samen aus persischen Gelbbeeren (*R. infectoria*). 3. Samen aus ungarischen Gelbbeeren (*R. saxatilis*). 4. Samen aus deutschen Kreuzbeeren (*R. catharticus*). *w* Wulst, *r* Ritze des Samens.

Die deutschen Gelbbeeren (Kreuzbeeren) erweisen sich nach dem Baue der Samen als Früchte von *Rhamnus cathartica*; ebenso einige ungarische Sorten. Andere ungarische Sorten waren Gemenge von *R. infectoria* und *saxatilis*. Alle von mir untersuchten persischen Gelbbeeren liessen nach der Ausbildung der Samen keinen Zweifel darüber, dass sie von *R. infectoria* herrührten[1]. In den walachischen

[1]) Die auffällige Gleichartigkeit der persischen Gelbbeeren ist zweifellos darin begründet, dass diese Sorte blos von e i n e r *Rhamnus*-Species abstammt. Dass diese Species nicht, wie so häufig angegeben wird, *R. Alaternus*, sondern *R. infectoria*

und levantinischen Sorten fanden sich sowohl die Früchte von *R. saxatilis* als *R. infectoria* vor. Avignonkörner bestehen vorwiegend aus Früchten von *R. infectoria*, und nur zum geringen Theile aus jenen von *R. saxatilis*. — Die so characteristischen Samen von *R. Alaternus* begegneten mir in keiner einzigen Gelbbeerensorte. — Griechische Gelbbeeren waren mir nicht zur Hand; diese Sorte scheint im deutschen und österreichischen Handel nicht vorzukommen.

Die Gelbbeeren sind die ungereiften und getrockneten Früchte der obengenannten *Rhamnus* Species. Die Früchte sind 2—4fächerig, in jedem Fache liegt, von einer besonderen, pergamentartigen Hülle umkleidet, ein Same. Das Samengehäuse besteht aus einer farblosen Epidermis, deren Zellen tangential abgeplattet und polygonal begrenzt sind. Unterhalb der Oberhaut liegt ein dünnwandiges, ziemlich grosszelliges Parenchym, von aus Cambiumzellen und schmalen Spiralgefässen zusammengesetzten Gefässbündeln durchzogen. Die Mehrzahl der Parenchymzellen führt einen gelben bis bräunlichen, fest gewordenen, splitterig brechenden, amorphen Inhalt, der sich in Wasser zu einer mehr oder minder lebhaft gelb gefärbten Flüssigkeit auflöst. Nach Beseitigung dieses Farbstoffes durch Wasser bleiben bei *Rhamnus infectoria* und *saxatilis* in den Zellen überaus kleine, längliche, farblose Körperchen, bei *R. catharticus* deutliche Chlorophyllkörner zurück. Manche Parenchymzellen aus dem Fruchtgehäuse der letztgenannten Pflanze sind, namentlich bei etwas gereifteren Beeren, mit einem violetten, in Wasser leicht löslichen Farbstoff erfüllt. In einzelnen Parenchymzellen des Fruchtgehäuses treten, und zwar bei allen von mir untersuchten *Rhamnus*-Früchten, Kystalle und Krystallaggregate von oxalsaurem Kalk auf.

Der Farbstoff der Gelbbeeren (Chrysorhamnin) hat seinen Sitz im Parenchym des Fruchtgehäuses: nur in den persischen Gelbbeeren scheint derselbe auch im Inhalte der die innere Haut der Samenhülle bildenden Zellen aufzutreten. Weder in der Samenhaut, noch in den Zellen des Endosperms oder des Keimes findet er sich vor.

Die ausgezeichnetste Sorte der Gelbbeeren sind die persischen. Sie sind im Hauptumrisse kugelig, messen 4—5 Millim. im Durchmesser, und sind deutlich nach zwei aufeinander senkrecht stehenden Richtungen, den vier Kammern der Frucht entsprechend, eingeschnürt. Die Oberfläche der gelblichen Früchte ist grob netzförmig gerunzelt.

---

ist, bestätigen auch die von Dr. Kotschy und Dr. Pollak aus Persien mitgebrachten Stammpflanzen der persischen Gelbbeeren, nämlich mit Früchten besetzte Herbarexemplare der letztgenannten Pflanze, welche mir vom Wiener botanischen Hofcabinette zur Untersuchung überlassen wurden.

In jedem Fache der Frucht liegt ein, häufig keimloser, Samen. Die Innenseite der Samenhülle ist lebhaft orange gefärbt. Die persischen Gelbbeeren zeichnen sich vortheilhaft von allen anderen, selbst von den übrigen Gelbbeeren gleicher Abstammung aus, so dass die Annahme, es komme eine besondere Varietät von *Rhamnus infectorius* in Persien vor, gewiss einige Berechtigung hat.

Die Avignonkörner sind den persischen Gelbbeeren ähnlich, aber kleiner, und nicht mehr so lebhaft gelb gefärbt als diese. Die Innenhaut der Samenhülle ist von gelblicher oder bräunlicher Farbe. Darunter befinden sich auch Beeren, welche sich auf *Rhamnus saxatilis* zurückführen lassen.

In den walachischen, ungarischen und levantinischen Gelbbeeren kommen neben den Früchten von *Rhamnus infectorius*, die hier mit den Früchten gleicher Abstammung aus der früher genannten Waare übereinstimmen, zahlreiche kleinere, längliche, feiner gerunzelte, bräunliche, häufig 2—3samige Beeren von *Rhamnus saxatilis* vor. Das Gewebe des Fruchtgehäuses derselben ist nicht so spröde, wie bei den Beeren von *Rhamnus infectorius*, vielmehr zähe, und neigt auch die Farbe des festen Inhaltes der Parenchymzellen mehr in's Rothbraune.

Die deutschen Kreuzbeeren von *Rhamnus catharticus* sind etwas kleiner als die persischen, nicht selten 3samig, runzelig, schmutziggrün und unterscheiden sich nicht nur durch die Samen, sondern auch durch den Chlorophyllgehalt des Fruchtgehäuse-Parenchyms von den übrigen Gelbbeerensorten. Im Uebrigen stimmen sie in histologischer Beziehung, sowohl was die Form und Ausbildung der Zellwände als der Inhaltskörper anbelangt, mit den Früchten von *R. infectorius* und *R. saxatilis* überein.

Sämmtliche Gelbbeeren, auch die Kreuzbeeren (von *R. cathartica*), was lange bestritten wurde, enthalten Rhamnin (Xanthorhamnin, Rhamnegin)[1]. Es krystallisirt in gelblichen Tafeln oder Nadeln, löst sich in Wasser, Weingeist, Essigsäure und Alkalien, in Aether und Schwefelkohlenstoff fast nicht. Die gelben Lösungen, besonders die durch Alkalien bewirkten, werden rasch braun. Durch Säuren wird es in Rhamnetin (Chrysorhamnin Kane's)[2] und eine Zuckerart gespalten. Das Rhamnetin ist ein in goldgelben, glänzenden Schuppen krystallisirender, in Wasser sehr schwer, in Weingeist etwas leichter löslicher Körper; er kommt in unreifen Gelbbeeren schon fertig gebildet vor und bedingt das Färbevermögen dieser Früchte.

---

1) Lefort, Compt. rend. 63. p. 840 und 1084. Schützenberger, Chem. Centralblatt. 1868. p. 806. Stein, Daselbst 1868. p. 801 und 1869. p. 247.

2) Phil. Mag. 23. p. 3.

Der süssliche Geschmack der Früchte von *Rhamnus infectoria* und *saxatilis* dürfte von Traubenzucker[1]) herrühren, der bittere Geschmack der Früchte von *R. cathartica* wird durch einen unkrystallisirbaren Bitterstoff bedingt, den man Rhamnocathartin genannt hat[2]).

Die Gelbbeeren dienen zum Färben von Geweben, Garnen, Leder, Papier, mindere Sorten auch zur Bereitung von Schüttgelb. Kreuzbeeren zählen zu den minderen Sorten von Gelbbeeren. Sie dienen vornehmlich zur Bereitung von Saftgrün (Blasengrün).

4. Seifenbeeren.

Hierunter versteht man die Früchte mehrerer *Sapindus*-Arten, welche in den Heimatländern der Stammpflanzen ihres hohen Saponingehaltes wegen zum Waschen benutzt werden. Dass die Früchte von *Sapindus saponaria* in mehreren Tropenländern die genannte Verwendung finden, war schon A. Tournefort, dem Begründer des Genus *Sapindus* bekannt[3]). In der europäischen Industrie haben die Seifenbeeren, trotz ihres hohen Gehaltes an Saponin, noch nicht festen Fuss gefasst.

Ich beschreibe im Nachfolgenden die Früchte von *Sapindus emarginatus*, welche in Indien zum Waschen dienen und angeblich auch in Frankreich in der Seidenfärberei — nämlich zum Reinigen von mit Anilinfarben tingirten Seidengeweben — angewendet werden.

Die genannten Seifenbeeren messen etwa einen Centimeter im Diameter, sind nahezu kugelig, seitlich, etwa in einer Breite von 5—8 Millim. keilförmig zugeschärft. Ein Ende der Keilkante verbreitert sich zum Fruchtstiele. Der kugelig abgerundete Theil der Fruchthaut hat etwa die Consistenz einer getrockneten Pflaume, ist grobgerunzelt, braunschwarz gefärbt, etwas glänzend. Die keilförmig gestaltete Partie der Fruchthaut besitzt eine hellbraune Farbe, eine holzige Consistenz, ist senkrecht auf die Keilkante geadert und von einem innen grünlichen, aussen tiefbraunen Rand umgeben. Im Innern der etwa 2—3 Millim. dicken Fruchthaut liegt je ein beiläufig 6 Millim. dicker, runder Same, welcher von einer steinharten, millimeterdicken, braunschwarzen, aussen glatten und glänzenden Samenhaut umschlossen ist und einen ölreichen Embryo enthält.

---

1) F. L. Winkler, Jahrb. für pract. Pharm. 19. p. 223.

2) Hubert, Repertor. der Pharm. 35. p. 293.

3) Tournefort, Instit. rei herb. p. 659. Ueber die schon im vorigen Jahrhundert bekannt gewordene Verwendung der Früchte verschiedener *Sapindus*-Arten in den Tropenländern s. Labat, Afrik. Reise. IV. p. 183 und Böhmer l. c. I. p. 775.

Blos der fleischige Theil der Fruchthaut enthält Saponin. Ein Hirsekorn grosses Stück desselben giebt mit 10 Cub.-Cent. Wasser schon eine stark schäumende Flüssigkeit. Im holzigen Theile der Fruchthaut, in der Samenschale und im Samengewebe ist kein Saponin nachweisbar. Die fleischige Partie der Fruchthaut besitzt einen süsslichen, schwach aromatischen Geschmack.

Die äussere Fruchthaut besteht aus einer Schicht glatter, drei- bis sechsseitiger, etwa 0.017—0.022 Millim. breiter Epidermiszellen mit farblosen Wänden und braunem Inhalte. Die dem Fruchtfleisch zugekehrte Partie der inneren Fruchthaut besteht aus platten, dünnwandigen, bräunlichen Parenchymzellen, die an die Samenhaut angrenzende aus 4—6 Lagen kurzfaserigen, in höchst verschiedenen Winkeln sich kreuzenden, bräunlichen Zellen. — Das Fruchtfleisch lässt bei der Präparation in Wasser, Weingeist, sauren oder alkalischen Flüssigkeiten, oder in fettem Oel nur Andeutungen eines Grundgewebes und nur hier und dort Fragmente von Faserzellen oder Spiroiden der Gefässbündel erkennen. Hingegen erblickt man in den genannten Flüssigkeiten zahlreiche Krystalle von oxalsaurem Kalk, meist in der bekannten Briefcouvertform, seltener Nadeln oder ganze Aggregate, ferner einzelne Stärkekörnchen und Unmassen feiner Tröpfchen und Körnchen. Bei der Präparation des Fruchtfleisches in Terpentinöl erkennt man das Grundgewebe in Form grosser, loser Parenchymzellen; nunmehr treten auch die Gefässbündelelemente mit grösserer Deutlichkeit und in grösserer Zahl auf. Da das Fruchtfleisch sich in Wasser, und überhaupt in den Lösungsmitteln des Saponins bis zur Unkenntlichkeit vertheilt, so ist die Annahme, dass das Saponin in den Membranen des Fruchtfleischgewebes auftritt, gewiss berechtigt.

5. Myrobalanen.

Hierunter verstand man früher die Früchte mehrerer *Terminalia*-Arten (*T. Chebula Willd.*, *T. citrina Roxb.* und *T. bellerica Roxb.*) und von *Phyllanthus Emblica*, welche ehedem eine medicinische Benutzung fanden. Gegenwärtig sind wohl, wie die folgenden Mittheilungen lehren werden, blos die zum Gerben dienlichen Früchte von *Terminalia Chebula Willd.* (= *Myrobalanus Chebula Gärt.*) als Myrobalanen anzusprechen.

Die Fruchtschalen aller Terminalien sind, soviel mir bekannt wurde, reich an Gerbstoff; es werden deshalb die Früchte aller hier namhaft gemachten Species der Gattung *Terminalia* in Indien und einigen anderen Tropenländern zum Gerben und Schwarzfärben benutzt. Aber auch *T. Catappa*, deren ölreiche Samen genossen wer-

den, liefert Fruchtschalen, die man ihres Gerbstoffgehaltes wegen auf Réunion zum Schwarzfärben verwendet[1]).

Obschon in den meisten Büchern über Waarenkunde alle Eingangs genannten *Terminalia*-Arten und manchmal selbst *Phyllanthus Emblica* als Stammpflanzen der heute zum Gerben benutzten Myrobalanen hingestellt werden, halte ich mich doch für berechtigt, alle gegenwärtig unter diesem Namen im Handel vorkommenden Producte auf *T. Chebula Willd.* zurückzuführen. Ein genauer Vergleich zahlreicher Handelsproben mit botanisch genau bestimmten *Terminalia*-Früchten hat mich hierüber belehrt. Die Myrobalanen stimmten theils mit den Früchten von *T. Chebula*, theils mit jenen von *T. citrina* überein, die aber nur als eine Varietät der ersteren zu betrachten ist. Auch darf ich nicht unerwähnt lassen, dass sowohl Miquel[2]) als Lindley[3]) *T. Chebula*, nicht aber auch *T. bellerica* als gerbstoffliefernde Pflanze aufführen.

T. Chebula findet sich häufig in Indien, und zwar nach Miquel vom Cap Comorin bis in die Gebirge Bengalens. Dort, angeblich auch noch in anderen Tropenländern[4]), werden die Früchte für den Handel gesammelt.

Der Reichthum der Myrobalanen an Gerbstoff (45 Proc.) und ihre ausserordentliche Billigkeit haben in neuerer Zeit die Aufmerksamkeit der englischen Lederfabrikanten auf diesen Rohstoff gelenkt, welcher als Gerbmaterial rasch Bedeutung gewann[5]). Zum Schwarzfärben stehen die Myrobalanen schon seit längerer Zeit in Verwendung[6]).

Die käuflichen Myrobalanen haben eine dattel- bis länglich birnförmige Gestalt; ihre Länge misst 3—5, ihre Dicke 1.5—2.5 Cent. Die grösseren, meist deutlich fünfkantig, dürften wohl von der Form *T. citrina*, die kleineren, ziemlich ovalen, oft kaum mit einer Andeutung einer Lappenbildung versehen, von der typischen *T. Chebula* herrühren[7]). Die Farbe liegt bei allen Früchten zwischen gelb und braun. Der durch Verlängerung des unteren Fruchttheiles entstehende stielartige Fortsatz ist sowohl bei den grossen als kleinen Früchten in höchst verschiedener Weise ausgebildet. Im anatomischen Verhalten

---

1) Cat. des col. fr. p. 101.

2) Flora von Nederl. Indië. I. p. 602.

3) The Veg. Kingdom. p. 718.

4) Cat. des col. fr. p. 101.

5) Nach Morgan's British Tread Journal, Feb. 1872, kostet der Ctr. bester Galläpfel 70, geringster 40 Sh., der Ctr. Myrobalanen blos 11 Sh.

6) Bancroft l. c. II. p. 594. Daselbst auch die Notiz, dass man in Indien mit Myrobalanen die Baumwolle gelb färbt.

7) Vgl. hierüber die Diagnosen in Miquel l. c. I. p. 602.

finde ich zwischen den abgerundeten (kleinen) und fünflappigen (grossen) Früchten keinen Unterschied.

An der querdurchschnittenen Frucht erkennt man mit freiem Auge zwei Schichten. Die äussere grünlichbraune bis schwarzbraune, 3—4 Millim. breite, meist leicht schneidbare, bei alten, lange trocken aufbewahrten Myrobalanen etwas spröde Schicht erscheint dem unbewaffneten Auge ziemlich gleichartig im Gefüge. Die innere, blassgelbliche, den einzelnen Samen umschliessende Schicht, besitzt grosse Härte und Zähigkeit, so dass sie sich nur schwer schneiden lässt, zeigt, nach beliebiger Richtung durchschnitten, kleine, mit gelbem, stark glänzenden Harz erfüllte Behälter, ferner im Querschnitt ein sehr schmales, radial angeordnetes, bräunlich gefärbtes Zwischengewebe. Die äussere und innere Fruchthaut entziehen sich der makroskopischen Betrachtung.

Fig. 95.

Natürl. Grösse. Querschnitt durch eine Myrobalane.
f Aeussere Fruchthaut.
p Parenchymschicht (braune Schicht).
s Sklerenchymschicht (gelbe Schicht).
h Harzbehälter.
i Innere Fruchthaut.
s' Samenhaut.
S Samen.
z Zwischengewebe.

Die äussere, völlig haarlose Fruchthaut[1]) besteht aus palisadenförmig aufgerichteten, im Querschnitt meist quadratischen Zellen, deren Breite etwa 0.011, deren Höhe 0.036 Millim. beträgt. Die Wände der Zellen sind farblos, der Inhalt ist körnig und bräunlich gefärbt. — Die unter der äusseren Fruchthaut gelegene, oben genannte braune Schicht giebt in Wasser reichlich eine citrongelbe, in Lösung gehende Substanz ab und enthält reichliche Mengen von eisenbläuendem Gerbstoff. Sie besteht vorwiegend aus Parenchym, welches von Gefässbündeln durchzogen ist. Die äussere Partie des Parenchyms ist kleinzellig; die meist nur 0.067 Millim. im Durchmesser haltenden Zellen führen ausser Gerbstoff nur hier und dort kleine Krystallaggregate von oxalsaurem Kalk. Die Zellen der inneren Partie der Parenchymschicht messen etwa 0.180 Millim. im Diameter und enthalten ausser Gerbstoff noch Krystallaggregate von Kalkoxolat und grosse Mengen von rundlichen, einfachen Stärkekörnchen. Die Gefässbündel, welche das Parenchym der braunen Schicht durchziehen, setzen sich aus höckerigen Porenleitzellen, schmalen Spiroïden und zarten Cambiumzellen zusammen. — Die harte, gelbe Fruchtschicht besteht vorwiegend aus einem sklerenchymatischen Grundgewebe, dessen mit sehr genau radial angeordneten Porencanälen versehene, zumeist stark in die Länge ge-

1) Die Fruchthaut von *Term. bellerica* ist mit einem feinen, wolligen Haarüberzug versehen.

streckte Zellen einen höchst unregelmässigen Verlauf nehmen. Zwischen den Sklerenchymzellen erscheinen kleine Gruppen von grobporigen, etwas dickwandigen Parenchymzellen, mit eisenbläuendem Gerbstoff als Zellinhalt. Die Sklerenchymzellen führen nur kleine Gerbstoffmengen. Es ergiebt sich somit, dass der Gerbstoff der Myrobalanen vorzugsweise in der äussern, braunen Schicht des Fruchtgehäuses liegt. Die im Grundgewebe dieser gelben Schicht gelegenen Gefässbündel unterscheiden sich nicht wesentlich von jenen, die sich in der braunen Schicht vertheilen. Mitten im Sklerenchymgewebe der gelben Schicht treten zahlreiche rundliche Harzbehälter auf, deren Durchmesser im Mittel etwa 0.45 Millim. misst. — Die innere Fruchthaut ist gewöhnlich nicht mehr gut erhalten und scheint aus platten, mit stark entwickelter Cuticula versehenen Zellen zu bestehen. Hart unter dieser Haut streichen Gefässbündeläste. — Als Zwischengewebe bezeichne ich jenes markstrahlenförmig angeordnete, in fünf Radien gegen die Kanten der Frucht auslaufende, in der braunen Schicht sich verlierende Gewebe, welches das querdurchschnittene Sklerenchymgewebe der gelben Schicht in Form feiner, dunkelbrauner Linien durchsetzt. Es besteht aus dickwandigen, bräunlichen, etwa 0.009 Millim. dicken Faserzellen, von welchen eine Partie radial, die andere axial verläuft. — Die Samenhaut ist papierdünn, bräunlich gefärbt und umschliesst den eiweisslosen, ölreichen, 3—5 Millim. dicken, dattelkernförmigen Samen.

Die Myrobalanen enthalten 45 Proc. Gerbstoff, ferner, wie schon Davy[1]) fand, Gallussäure, Schleim und ein braungelbes Pigment[2]). Letzteres begleitet den Gerbstoff im Inhalte der Zellen und findet sich sowohl in der braunen als gelben Fruchtschicht vor. Der Gerbstoff stimmt mit dem Galläpfelgerbstoff überein[3]).

Weil die Zerkleinerung der Myrobalanen mit Schwierigkeiten verbunden ist, so erscheinen sie häufig im Handel in Form eines durch Maschinenarbeit erhaltenen Pulvers.

6. Sternanis[4]).

Der Sternanis oder Badian ist eine in Europa seit dem sechzehnten Jahrhundert bekannte Drogue. Anfänglich wurde diese gewürzhafte Frucht blos medicinisch benutzt. Gegenwärtig wird sie in der

---

1) Rochleder, Phytochemie. p. 32.

2) Stenhouse, Chem. Centralblatt. 1843. Nr. 54.

3) R. Wagner, Zeitschrift für analytische Chemie. V. 2.

4) Vgl. hierüber und über die folgenden Umbelliferenfrüchte Flückiger's Pharmakognosie.

Medicin, in weit grösserer Menge aber in der Liqueurfabrication angewendet.

Als Stammpflanze des Sternanis findet man fast allgemein die von Loureiro beschriebene Magnoliacee: *Illicium anisatum* angeführt. Thunberg[1]) hat jedoch darauf aufmerksam gemacht, dass die als das *Illicium anisatum* Loureiro's erkannte, und später von Siebold und Zuccarini als *Illicium religiosum* beschriebene Pflanze fast geruchlose Fruchthüllen besitze, und mithin nicht den Sternanis liefern könne. Ob der echte Sternanisbaum eine Culturform des letztgenannten Baumes, oder eine bis jetzt noch nicht gekannte Species von *Illicium* ist, müssen spätere Forschungen entscheiden.

Diese Drogue gelangt aus China zu uns, wo der Sternanisbaum cultivirt wird.

Der Sternanis setzt sich aus acht, nach oben geöffneten, in wirtelförmiger Anordnung um ein Mittelsäulchen gestellten einsamigen Fruchtblättern zusammen, von denen jedes einzelne einen Samen beherbergt. Manchmal kommen einzelne Fruchtblätter nicht zur Ausbildung, und es besteht dann der Fruchtwirtel blos aus 5—7 Theilen. Das 6—9 Millim. hohe und etwa 4 Millim. dicke Mittelsäulchen ist mit vorspringenden Kanten besetzt, und hat die Gestalt eines mit einer concaven Fläche endigenden, achtseitigen Prismas. Die kahnförmigen, nach aussen hin zugespitzten Fruchtblätter erreichen etwa eine Länge von 12—16 Millim., sind an den freien Aussenflächen tief braun, an den gegenseitigen Berührungsstellen heller, innen gelblich braun gefärbt. Die Aussenfläche und die freie, von den Samen nicht bedeckte innere Fläche ist mehr oder weniger runzlig. Die in einer scharf abgegrenzten Einsenkung der Fruchtblätter gelegenen Samen zeigen eine flach elliptische Gestalt, sind mit einer hellbraunen, glänzenden Samenschale bedeckt, und führen ein stark entwickeltes, fetthaltiges Endosperm. Die unmittelbar an das Mittelsäulchen anschliessenden Fruchtstiele sind dünner als dieses, gerieft, und von tiefbrauner Farbe.

Die Samen sind für die Drogue ziemlich bedeutungslos, da das ätherische Oel vornehmlich in den Fruchtblättern seinen Sitz hat. Nach Flückiger beträgt das Samengewicht 20 Proc. vom Gesammtgewichte der Frucht.

Das Mittelsäulchen besteht aus einem Kreis von Gefässbündeln, der nach aussen und innen von einem grosszelligen, dickwandigen Parenchym umgeben ist. Aussen ist dasselbe von einer Schicht tangential abgeplatteter, derber Zellen umkleidet. Zwischen den Zellen des Grundgewebes erscheinen hin und wieder vereinzelte, kurze, dick-

1) Flora Japon. p. 236.

wandige, hellgelbe Bastzellen. — In ähnlicher Weise sind auch die Fruchtstiele gebaut. Auch hier erscheinen die zuletzt erwähnten Bastzellen. Im Grundgewebe treten kleine Stärkekörnchen auf. In den übrigen Geweben des Sternanis ist keine Spur von Amylum zu finden. — Die äussere Partie der Fruchtblätter besteht aus einem lockeren, aus derbwandigen, porösen Zellen zusammengesetzten Gewebe. Diese in den nach unten gewendeten Theilen der Karpelle besonders stark entwickelte Schicht ist als der Hauptträger des ätherischen Oels des Sternanis anzusehen, da gerade in den Zellen dieses Gewebes reichlich Tropfen ätherischen Oels und Harzklumpen auftreten. Nach innen zu lehnt sich an diese Schicht eine Lage von mit schmalen Spiralgefässen versehenen Holzbündeln, welche nach der Innenfläche der Fruchtblätter hin mit einem aus langgestreckten Elementen zusammengesetzten Holzparenchym überdeckt sind. Die innere Grenzfläche wird dort, wo sie an die Samenhaut stösst, von langen, parallelen, verholzten Fasern, an den übrigen Stellen von grossen Sklerenchymzellen gebildet. Die Holzbündel verlaufen in den Karpellen vorzugsweise in einer auf die Axe des Mittelsäulchens senkrechten Richtung.

Der wichtigste Bestandtheil des Sternanis ist ein flüchtiges Oel (Sternanisöl), welches eine grosse Uebereinstimmung mit dem ätherischen Oel des Fenchels und des Anis zeigt, und wovon die Drogue 2—4 Proc. enthält. Eine ältere Analyse Meissner's[1]) will mit den übrigen chemischen Individuen des Sternanis bekannt machen. Flückiger zieht mit Recht die Ergebnisse dieser Analyse in Zweifel.

7. Kümmel.

Jene Doldenpflanze, welche den Kümmel des Handels liefert, ist die cultivirte Form von *Carum Carvi L.*, eine im mittleren und nördlichen Europa und im gemässigten Asien vorkommende, in die Region der Voralpen hinaufsteigende Wiesenpflanze. Sie unterscheidet sich von der wildwachsenden Stammpflanze nur durch höheren Wuchs und durch vollere, grössere, stärker riechende Früchte. Die Früchte der auf unseren Wiesen wachsenden Kümmelpflanze werden wohl auch gesammelt und zum Hausgebrauche verwendet, bilden aber keinen ständigen Handelsgegenstand.

Der Kümmel besteht theils aus den ganzen, theils aus den Theilfrüchtchen von *Carum Carvi.* Im ersteren Falle hängen die Früchtchen nur locker mit der Fruchtsäule des für alle Umbelliferen characteristischen Diacheniums zusammen. Die sichelförmig gekrümmten Theil-

1) Taschenbuch. 1819. 1.

früchtchen erreichen eine Länge von 4—5, und eine Dicke von 1—1.5 Millim.; sind mit fünf der Länge nach angeordneten Riefen (Erhabenheiten) versehen, zwischen welchen je ein etwas wellenförmig verlaufender Oelgang (Striemen) sich befindet. Die Riefen zeigen eine blassgelbe, die dazwischen liegenden, mit den meist vorspringenden, seltener etwas eingesunkenen Striemen versehenen Thälchen eine dunkelbraune Farbe. Hier und dort erblickt man an den Früchten noch die beiden kurzen, nach rückwärts gekrümmten, auf gewölbten Trägern stehenden Griffel.

Die Gewebe des Fruchtgehäuses erreichen eine Dicke von 0.06—0.08, die vorspringenden Riefen eine Mächtigkeit von 0.14—0.18 Mm. Am Fruchtgehäuse kann man drei Schichten, die Oberhaut, das Grundgewebe und die Gefässbündel unterscheiden. Erstere setzt sich aus kleinen, polygonal begrenzten, von einer stark entwickelten, feinstreifigen Cuticula bedeckten Zellen zusammen. Das sich hieran schliessende Grundgewebe besteht theils aus collabirten luftführenden, theils nur ätherisches Oel enthaltenden Parenchymzellen, und umschliesst die Oelgänge und die den Riefen angehörigen, stark entwickelten Gefässbündel. Die ersteren erscheinen im Querschnitte abgerundet dreiseitig, mit dem stumpfen Winkel nach aussen gewendet, oder in Form eines mit der convexen Seite gegen die Oberhaut des Fruchtgehäuses gekehrten Kreissegmentes. In tangentialer Richtung misst der Querschnitt des Oelganges 0.27, in radialer Richtung 0.09 Millim. im Mittel. Die Gefässbündel besitzen eine halbkreisförmige oder halbmondförmige, mit der Convexfläche stets nach aussen gekehrte Querschnittsform. Die Breite der Gefässbündel beträgt etwa 0.18, die Dicke 0.08 Millim. Die Elemente der Fibrovasalstränge — Netzgefässe, Leitzellen, Holzzellen und bastartige Zellen — erreichen nur etwa eine Breite von 0.009. Millim. Im Umkreis des Gefässbündels liegt eine Schicht kleiner, kurz-prismatischer, hellbräunlicher Parenchymzellen. — Die Samenhaut besteht aus platten, bräunlichen Zellen, das Sameneiweiss aus strahlenförmig angeordneten, Fett und Aleuronkörner führenden, etwa 0.05 Millim. in radialer, 0.02 Millim. in tangentialer Richtung messenden Zellen mit im Wasser stark quellenden Membranen.

Trotz eines nicht starken Geruches, besitzt der Kümmel doch einen beträchtlichen Gehalt an ätherischem Oel. Wilder Kümmel enthält 3—6, gewöhnlich 5 Proc. Oel; in cultivirter Frucht kann sich der Gehalt an ätherischem Oel bis 9 Proc. steigern.

Das Kümmelöl ist blassgelblich, dünnflüssig, von starkem Geruch und bitterem Geschmack, leicht löslich in Alkohol; seine Dichte beträgt 0.88—0.97; es ist ein Gemenge von Carven, einem mit Terpentinöl ($C_{10}H_{16}$) isomeren Kohlenwasserstoff und Carvol ($C_{10}H_{14}O$). Ersteres

siedet bei 173°C., letzteres erst bei 250°C. Bei der Destillation des Oels mit Wasser geht mit letzterem Ameisensäure und Essigsäure über[1].

Um Halle, Erfurt, Nürnberg und Hamburg wird viel Kümmel gebaut. Auch Mähren, Böhmen und Russland liefern, doch zumeist nur mindere, kleinkörnige, Kümmelsorten. Der Halle'sche Kümmel gilt mit Recht als der beste. Der Abfall, welcher beim Dreschen des Kümmels erhalten wird, liefert eine geringe Sorte von Kümmelöl, das Spreuöl.

Der Kümmel wird als Gewürz, besonders stark für Brod und Käse, ferner in der Liqueurfabrication, endlich zur Darstellung des Kümmelöls benutzt, welches theils in der Liqueurfabrication, theils zum Parfümiren von Seifen dient.

8. Mutterkümmel.

Minder wichtig in technischer Beziehung als der gewöhnliche Kümmel ist die Frucht von *Cuminum Cyminum L.*, einer Umbellifere Egyptens und Aethiopiens, welche auf Malta, in Italien und der Berberei gebaut wird. Die Früchte derselben kommen als Mutterkümmel, römischer oder Kreuzkümmel in den Handel.

Die Frucht hat etwa das Aussehen von gewöhnlichem Kümmel, doch ist sie doppelt so gross, meist viel lichter gefärbt und durch kleine, die Oberfläche des Fruchtgehäuses überdeckende Stacheln borstig. Gewöhnlich sind die Diachenien wohl erhalten. An jeder Seite der einfachen Frucht erscheinen 9 Rippen. Geschmack gewürzhaft. Der kräftige Geruch des Mutterkümmels erinnert eher an Fenchel als an Kümmel.

Diese Frucht ist dem Insectenfrasse sehr stark unterworfen.

Das ätherische Oel, wovon die Früchte 2—4 Proc. enthalten, weicht vom Kümmelöle ab; es besteht aus Cymol oder Cymen ($Є_{10}H_{14}$) und dem diesem Kohlenwasserstoffe entsprechenden Aldehyd, dem Cuminol oder Cumylwasserstoff ($Є_{10}H_{12}Θ$).

Das Cymol wurde von Gerhardt und Cahours[2] in der genannten Drogue aufgefunden und später von anderen Chemikern noch in den indischen Ajovansamen (von der Umbellifere *Ptychotis Ajovan DC.*) und im Thymianöl beobachtet. Es riecht campherartig, ist farblos, stark lichtbrechend und siedet bei 179.5°C. — Das Cuminol wurde im römischen Kümmelöl von Gerhardt und Cahours entdeckt. Es riecht kümmelartig, ist farblos, ebenfalls stark lichtbrechend

---

1) S. Trommsdorf (Rochleder's Chemie der Pflanzen. p. 46). Völkel, Annalen der Chem. und Pharm. 35. p. 308 und 85. p. 246. Schweizer, Ann. der Chem. und Pharm. 40. p. 329.

2) Annales de Chem. et de Phys. 3. I. p. 102 und 372.

und siedet erst bei 236.6° C. Wie das Cymol ist es in Wasser unlöslich, in Aether und Weingeist löslich.

Das römische Kümmelöl ist farblos oder gelblich, sehr dünnflüssig, stark lichtbrechend, riecht eigenthümlich, an Kümmelöl erinnernd, schmeckt gewürzhaft und hat bei mittlerer Temperatur die Dichte 0.975.

Der römische Kümmel dient als Gewürz für gewisse holländische Käse und zur Darstellung des römischen Kümmelöls, welches in der Liqueurfabrication (z. B. zu Magenliqueuren) verwendet wird.

9. Anis.

Die Stammpflanze des Anis, die Umbellifere *Pimpinella Anisum L.*, ist im westlichen Asien und im nordöstl. Afrika zu Hause, und wird im mittleren und wärmeren Europa, besonders stark in einigen Gegenden Deutschlands, in Böhmen und Mähren, Italien, Sicilien, auf Malta, in Frankreich, Spanien und in Russland (um Charkow) cultivirt. In Deutschland sind es besonders die Umgebungen von Erfurt, Gotha, Magdeburg und Bamberg, in Italien Puglia, in Spanien Alicante und Malaga, in Frankreich Guyenne und Touraine, welche die grössten Quantitäten dieses Rohstoffes in den Handel setzen.

Der Anis besteht zumeist aus wohlerhaltenen Doppelfrüchten (Diachenien). Die einzelnen Körner sind verkehrt birnförmig, bis 3 Mm. dick und bis 6 Mm. lang. Oesterreichischer, deutscher und russischer Anis besteht gewöhnlich nur aus kleinen, 2 Mm. dicken, 4 Mm. hohen Körnern; spanischer, malteser und italienischer Anis setzt sich aus grösseren Körnern zusammen. Am schmalen Ende des Diacheniums sind stets die beiden Griffel bemerkbar; am breiten Ende haftet bei einigen Sorten (italienischer, mährischer) noch der, etwa 10—15 Mm. lange, dünne Fruchtstiel. Die zehn Riefen des Diacheniums sind nur schwach entwickelt. Die ausserordentlich zahlreichen Oelgänge erreichen nur so geringe Querschnittsdimensionen, dass sie der Beobachtung mit freiem Auge gänzlich entgehen. Die Oberfläche des Anis zeigt eine fast gleichmässige, graugrüne Färbung; selbst die Riefen heben sich von dem übrigen Gewebe in der Färbung nur wenig ab. Die Oberfläche der Frucht ist gänzlich und dicht mit einzelligen, dickwandigen, durch eine grobkörnige Cuticula ausgezeichneten Haaren bedeckt, welche gewöhnlich nur eine Länge von 0.03—0.09 Mm. erreichen, und mehr oder weniger bogig gekrümmt sind.

Das Sameneiweiss und die übrigen Gewebe des Samens weichen von den correspondirenden Geweben der anderen gewürzhaften Umbelliferenfrüchte nicht ab; hingegen zeigt das Fruchtgehäuse, namentlich auf dem Querschnitt der Frucht ein so specifisches Gepräge, dass

in fraglichen Fällen eine Unterscheidung des Anis von ähnlichen Umbelliferenfrüchten sehr leicht durchführbar wäre.

Das Fruchtgehäuse ist ausserordentlich dünn; es erreicht gewöhnlich nur eine Dicke von 0.05—0.07 Millim. Die Riefen springen nur wenig vor; ihr Querschnittsdurchmesser besitzt meist nur eine Länge von 0.09 Mm. An der Epidermis des Fruchtgehäuses sitzen dicht gedrängt die schon oben genannten Haare. Im parenchymatischen Grundgewebe des Fruchtgehäuses liegen in grosser Zahl die meist nur kleinen Oelgänge ziemlich dicht nebeneinander. In den nach aussen gewendeten Partien der Fruchthaut beträgt der tangentiale Durchmesser des Querschnittes eines Oelganges 0.045—0.079, der radiale Durchmesser etwa blos 0.04—0.05 Mm. In jenen Theilen des Fruchtgehäuses, welche im Diachenium aneinanderstossen, erreichen die nur in sehr geringer Anzahl daselbst vorhandenen Oelgänge eine Breite bis 0.27 Mm. und darüber. Die Dicke dieser ausserordentlich grossen Oelgänge gleicht völlig jenen der kleinen. — Die zarten, den Riefen angehörigen Gefässbündel zeigen keinerlei Besonderheiten.

Frisches Anisöl ist farblos, altes gelblich; die Dichte schwankt zwischen 0.98—1.07. Es besteht wie Fenchel- und Sternanisöl der Hauptmasse nach aus festem und flüssigem Aniscampher (Anethol=$C_{10}H_{12}O$). Die Menge des ersteren schwankt zwischen 25—75 Proc.[1]).

Der Anis wird in der Liqueur- und Canditenfabrication und zur Gewinnung von Anisöl verwendet. Mindere Sorten von Anisöl werden aus dem bei der Anisgewinnung abfallenden Anisspreu erhalten.

10. Coriander.

Coriandrum sativum L. wächst im gemässigten und wärmeren Asien und in den Mittelmeerländern wild, und wird theils in den Heimatländern, theils in Mitteleuropa (z. B. in Thüringen, Franken, Mähren) der Früchte (Coriander) wegen cultivirt. In einigen Gegenden Mitteleuropas, z. B. in Mähren, wurde diese Pflanze auch im verwilderten Zustande beobachtet.

Die Früchte fallen von den Stielen leicht ab; sie werden deshalb häufig in noch nicht völlig ausgereiftem Zustande gesammelt. Ganz reife Dolden müssen, damit Verlusten vorgebeugt wird, rasch geklopft, d. i. von den Früchten befreit werden.

Die Früchte der Corianderpflanze sind ungespaltene, fast kugelförmige, an den Enden etwa ähnlich wie Citronen zugespitzte Diachenien, welche einen längsten Durchmesser von 2.5—5.5 Mm. erreichen.

1) S. Blanchet und Sell, Ann. de Pharm. 6. p. 290 und Gerhardt und Cahours, Ann. de Pharm. 35. p. 309.

Deutscher Coriander ist klein-, ostindischer grosskörnig. Die Farbe der Frucht ist ziemlich gleichmässig lichtgelblich. An einem Ende der Doppelfrucht befindet sich der fünfzähnige Kelch. Das freie Auge erkennt an dem ganzen Diachenium blos zehn Riefen. Es sind nämlich die am Rande der beiden Theilfrüchte gelegenen sich berührenden Riefen zur Zeit der Fruchtreife in eine verschmolzen. Oelgänge fehlen an den äusseren Fruchtwänden. Jene in zierlichen Wellenlinien an der Aussenseite der Frucht einzeln zwischen je zwei Riefen verlaufenden Gebilde, welche für Striemen zu halten man leicht geneigt wäre, sind nichts anderes als geschlängelt verlaufende Gefässbündel.

Spaltet man ein ganz unverletztes Diachenium, so erkennt man, dass die Theilfrüchte sich nur am Rande berühren, und gegen die Axe der Frucht mit concaven Wänden gestellt sind. Ueber jede der beiden inneren Fruchtwände ziehen der Länge nach zwei Oelgänge. Die Fruchtsäule erscheint im Zustande der Reife als feiner, über die Höhlung der inneren Fruchtwände straff der Länge nach gespannter Faden. Die ziemlich platten, etwa 0.3—0.6 Mm. dicken, convex-concaven Samen zeigen im Längs- und Querschnitt halbmondförmige Umrisse.

Der linsenförmige, durch die concaven Innenwände zweier benachbarter Theilfrüchte gebildete Hohlraum, ist blos von der zarten Fruchtsäule und geringen Resten eines parenchymatischen, bräunlich gefärbten Gewebes durchsetzt.

Die morphologischen Verhältnisse der Samengewebe bieten keinerlei Besonderheiten dar; letztere stimmen genau mit den correspondirenden Geweben der anderen hier abgehandelten Umbelliferenfrüchte überein; hingegen unterscheidet sich das Fruchtgehäuse im histologischen Bau auffällig von den gleichwerthigen Bildungen anderer Umbelliferen. — Die äusserste Schicht der Fruchthaut wird durch eine aus farblosen, polygonal begrenzten, etwa 0.023 Mm. im Durchmesser haltenden Zellen bestehende Epidermis gebildet. Hieran schliesst sich ein von Gefässbündeln durchzogenes, aus zusammengefallenen Zellen bestehendes Parenchym. Die Fruchthaut schliesst gegen die Samenhaut mit einer Schicht nicht zusammengefallener, kleiner, bräunlicher Zellen. Das vorwiegend aus dicken, bastartigen, etwa 0.013 Mm. dicken Zellen bestehende Gefässbündelgewebe zeigt einen merkwürdig unregelmässigen Verlauf, indem nicht nur die tangential sich begrenzenden, sondern auch die radial hintereinander gestellten Faserzellen in den verschiedensten Richtungen gewunden sind. — Blos in den der Fruchtsäule zugewendeten Theilen des Fruchtgehäuses finden sich Oelgänge vor, deren maximaler Querdurchmesser 0.2—0.4 Mm. beträgt.

Frische Corianderfrüchte riechen höchst unangenehm, fast betäubend, daher der Name Schwindelkörner. Getrockneter Coriander besitzt hingegen einen angenehm gewürzhaften Geruch und einen wohlthuenden aromatischen Geschmack.

Die Menge des ätherischen Oels, welche man aus Coriander erhält, steht unter einem Proc. Der Fettgehalt der Samen beträgt 13 Proc.[1]. Das ätherische Oel, Corianderöl, hat einen angenehmen Geruch, schmeckt nicht brennend; seine Dichte beträgt 0.871 (bei 14 °C.). Es besteht aus den beiden Körpern $C_{10}H_{16}$, H_2O und $4 C_{10}H_{16}$, H_2O[2].

Der Coriander wird in der Liqueur-, Canditenfabrication und in der Medicin benutzt.

11. Fenchel.

Im Handel erscheinen die Früchte zweier gebauter Fenchelarten als gemeiner und römischer Fenchel. Ersterer stammt von *Foeniculum officinale All.*, einer ausdauernden Umbellifere des wärmeren Europas, die in Böhmen, Mähren, Sachsen, Franken und Würtemberg in Gärten und auf Feldern cultivirt wird; letztere von *Foeniculum dulce DC.*, einer einjährigen südeuropäischen Pflanze, die im südlichen Frankreich und in einigen Gegenden Italiens, z. B. bei Bologna gezogen wird, während man in anderen Districten dieses Landes eine Form von *Foeniculum officinale All.* baut, deren Früchte sich vom gewöhnlichen deutschen und österreichischen Fenchel durch feineren Geruch und Geschmack unterscheiden.

Die Früchte des gewöhnlichen Fenchels haben eine cylindrische, nach oben hin zugespitzte Gestalt. Die Länge der Frucht beträgt 5—8, die Dicke 2—3 Mm. Im Umkreise der Frucht liegen zehn parallele, blassgelbe Riefen, zwischen welchen schmale, dunkelbraungrüne bis schwarzgrüne, mit Oelgängen (Striemen) gezeichnete Thälchen sich befinden. An der Spitze der Frucht stehen zwei kurze, etwa millimeterlange Griffel. — Der käufliche Fenchel besteht der Hauptmasse nach aus gespaltenen Diachenien von planconvexem Querschnitt und langgestreckt, eiförmigem Umriss. Der Convexfläche des Querschnitts gehören die fünf Riefen an. Die Planfläche ist glatt und führt blos Striemen.

Die querdurchschnittene Frucht von *Foeniculum officinale* zeigt das Fruchtgehäuse mit den Oelgängen, die Samenhaut und das Samengewebe. — Das Fruchtgehäuse lässt eine äussere spaltöffnungsreiche und

---

1) Trommsdorf, Archiv der Pharm. 2. p. 113.
2) Kawalir, Sitzungsber. der Wiener Akad. 9. p. 313.

eine innere spaltöffnungsfreie Haut unterscheiden; erstere besteht aus farblosen, mit einer streifigen Cuticula versehenen, letztere aus platten, bräunlichen Zellen, an denen, wie schon ihre Lage vermuthen lässt, keine Cuticula vorkommt. Zwischen diesen Hautgeweben liegt ein Grundgewebe, dessen innere Zellen farblos, dessen an die Epidermis angelehnte Partien aus braunen, collabirten Zellen bestehen. In den von zarten Gefässbündeln durchzogenen Riefen erreicht das Grundgewebe die grösste Masse. Zwischen den Riefen, im Grundgewebe, liegen die im Querschnitte die Form von Kreissegmenten annehmenden Oelgänge. Die Kreisseite des Segments liegt allerdings nach innen zu; nichts destoweniger springen die Wände des Fruchtgehäuses an jenen Stellen, wo die Oelgänge liegen deutlich vor. Die Dicke der Fruchtgehäusewand beträgt an den Stellen, wo die Oelgänge liegen, etwa 0.20, zwischen den Striemen 0.11 Mm.; die Dicke der Riefen steigt jedoch bis auf 0.45 Mm. — Die mittlere Breite der Oelgänge misst 0.18, die Dicke derselben etwa 0.07 Mm. — Das zarte, den Riefen eingelagerte Gefässbündel besteht aus zarten Netz-, Porengefässen und Holzzellen. Die Breite der genannten faserigen Gebilde steigt höchstens auf 0.010 Mm. — Die Samenhaut besteht aus tangential abgeplatteten Zellen, von denen die an die innere Fruchthaut angelehnten bräunlich gefärbt, während die an das reich entwickelte Sameneiweiss angrenzenden völlig farblos sind. — Die Elemente des Sameneiweiss haben genau denselben anatomischen und chemischen Character, wie die correspondirenden Zellen des Kümmels; die strahlenförmige Anordnung der Zellen ist jedoch minder deutlich ausgeprägt.

Die Früchte von *Foeniculum dulce* erreichen eine Länge von 10—12 Mm.; die Riefen springen noch schärfer als beim gewöhnlichen Fenchel vor, so dass die grünen Thälchen fast ganz verdeckt werden und hierdurch die Waare eine sehr helle Färbung erhält. Im Uebrigen unterscheidet sich der römische Fenchel makroskopisch nicht vom gewöhnlichen; und auch mikroskopisch ergiebt sich nur der Unterschied, dass das Grundgewebe etwas stärker entwickelt ist und die Querschnittsdimensionen der Oelgänge kleinere sind. Die Breite der Oelgänge beträgt im Mittel blos 0.14 Mm.

Die Menge von Fenchelöl, welche der gewöhnliche Fenchel liefert (3 Proc.), ist grösser als die, welche vom römischen erhalten wird; aber das Oel des letzteren ist feiner. Das ätherische Oel ist in allen Theilen der Pflanze enthalten [1], wird aber nur aus den Früchten dargestellt. — Das Fenchelöl ist etwas gelblich, von angenehmen Geruch, süsslichem Geschmack; seine Dichte beträgt 0.90—1.0. Das Fenchelöl

---

1) Blanchet et Sell, Ann. de Pharm. 6. p. 290.

besteht vorwiegend aus Anethol oder Aniscampher ($C_{10}H_{12}O$), einer zwischen 220—225° C. siedenden Substanz, welche auch den Hauptbestandtheil des Anis- und Sternanisöls ausmacht, und einem bei 185—190° C. siedenden Terpene[1].

Der Fenchel dient als Gewürz und zu medicinischem Gebrauche. Am stärksten wird er jedoch zur Erzeugung von Fenchelöl benutzt.

12. Chinesische Gelbschoten (Whongsky).

Die chinesischen Gelbschoten sind die getrockneten Früchte mehrerer *Gardenia*-Arten. In China werden sie, ihres schönen gelben Pigmentes halber, schon seit alter Zeit zum Färben verwendet. Nach Europa wurden sie schon oft genug gebracht, und versuchsweise zum Gelbfärben benutzt. Für unsern Handel und unsere Industrie sind sie bis jetzt noch gänzlich bedeutungslos. Da indess dieser Rohstoff, sowohl in morphologischer als chemischer Beziehung, Gegenstand von Untersuchungen wurde, welche seine Unterscheidung von anderen ähnlichen Droguen ermöglichen und auch über seine Eigenschaften einiges Licht verbreiteten, so möge er hier kurz abgehandelt werden.

Die ersten Nachrichten über die Benutzung der *Gardenia*-Früchte verdanken wir Loureiro. Er theilte mit, dass die Beeren von *Gardenia grandiflora Lour.* in Cochinchina zum Färben benutzt werden[2]. Auch die Früchte von *G. florida L.* und *radicans Thunbg.* werden in Japan seit Langem in gleicher Weise verwendet[3].

Ueber die Abstammung der nach Europa kommenden Gelbschoten herrscht noch keine Gewissheit. A. Vogl leitet sie von *Gardenia florida* ab. Ich halte es nach dem mir zugänglichen Vergleichsmaterial für berechtigter, diese Drogue auf *Gardenia grandiflora* zurückzuführen. Auch führen mehrere Autoren an, dass die Früchte von *G. florida* roth, die von *G. grandiflora* gelb färben[4]; und in der That führen die chinesischen Gelbschoten vorwiegend einen gelben Farbstoff.

Die Heimat der *Gardenia grandiflora* und *florida* ist das südliche Asien; beide Pflanzen werden jedoch in allen wärmeren Ländern Asiens als Genuss- und Medicinalpflanze cultivirt. *G. radicans* ist in Japan zu Hause.

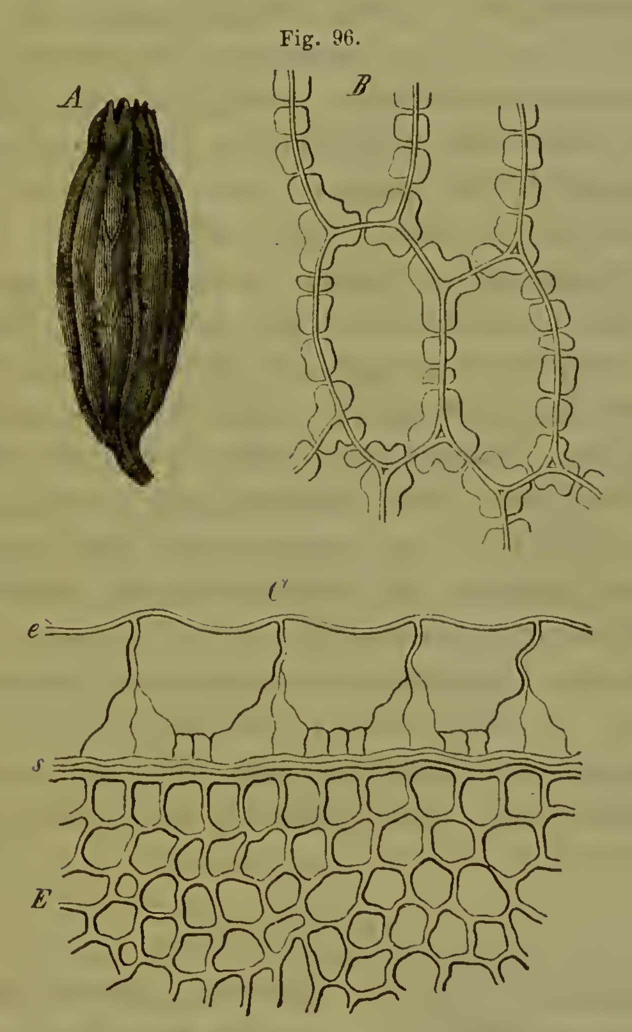
Die chinesischen Gelbschoten bilden trockene, stark in die Länge gezogene, eiförmige, mit 4—6 vorspringenden Kanten versehene Früchte,

---

1) Ann. de Chim. et de Phys. 3. /2. p. 303.
2) Flora Cochin. p. 147, 183.
3) Thunberg, Flora Japon. p. 109 und dessen Reisen. II. 1. p. 94.
4) Bancroft l. c. I. p. 395.

an deren oberem Ende der 4—5theilige Kelch erkennbar ist, und die sich nach unten hin in den Fruchtstiel verschmälern. Die Länge der Früchte beträgt 30—40, die Dicke 8—13 Mm. Die Wände des Fruchtgehäuses sind dünn, gebrechlich, aussen glänzend und rothbraun gefärbt. Sie umschliessen eine orangegelbe, in Wasser aufquellende, einen gelben Farbstoff abgebende Gewebsmasse, in welcher zahlreiche, 3—5 Mm. lange, mit dichtem Eiweiss versehene, und von einer dunkel rothbraunen, grubigen Samenhaut umschlossene Samen eingebettet sind.

Fig. 96.



A Natürl. Grösse. Chinesische Gelbbeere. *B* Vergr. 200. Samenepithel von der Fläche gesehen. *C* Vergr. 200. Partie eines Querschnittes durch die Samenhaut und einen Theil des Endosperms. *e* Epithel, *s* innere Partie der Samenhaut, *E* Endosperm. (Nach A. Vogl.)

Die zerkleinerte Frucht schmeckt bitter und gewürzhaft, riecht safranartig, jedoch in Folge eines Beigeruches unangenehm.

Ueber den feineren Bau der Gelbschoten besitzen wir eine schätzbare Untersuchung von A. Vogl[1]), deren Resultate hier in gedrängter Kürze folgen.

---

1) Lotos, Zeitschrift für Naturwissenschaften. 1871. p. 182 ff.

Das Fruchtgehäuse besteht aus einer derbwandigen, mit mässig dicker Cuticula überzogenen Oberhaut, deren Zellen in der Flächenansicht polygonal begrenzt sind, ferner aus einem Parenchym, dessen von aussen nach innen hin an Grösse zunehmende Elemente aus farblosen, in Wasser quellenden Wänden und einem gelblichen, in Wasser löslichen, formlosen Inhalt bestehen. Die inneren Parenchympartien sind von Gefässbündeln durchzogen, welche drei Gewebsformen erkennen lassen. Die äussere Partie besteht aus dickwandigen Bastzellen, die mittlere aus zarten Cambiumzellen, die innerste aus zarten abrollbaren Spiralgefässen. — Das oben genannte, die Samen beherbergende Gewebe (Samenträger) setzt sich der Hauptmasse nach aus locker verbundenen dünnwandigen, rundlichen oder schlauchförmigen Parenchymzellen zusammen, welche neben Fett reichlich gelben Farbstoff und zahlreiche Krystallaggregate von oxalsaurem Kalk führen. Zwischen dem Parenchym lagern enge Gefässbündel. — Die Samenhaut ist durch ein grosszelliges Epithel ausgezeichnet, dessen Elemente etwa 0.3 – 0.4 Mm. lang und 0.16 Mm. breit sind. Die Structurverhältnisse dieses Häutchens gehen aus obenstehender Figur hervor. Unter dem Epithel liegt eine schmale hellgelbe, aus zusammengefallenen, dünnwandigen, inhaltsleeren Zellen bestehende Gewebsschicht. Das Endosperm des Samens führt reichlich Fett, sonst nur etwas Farbstoff, Eiweiss und Stärke. Das zarte Gewebe des Keims ist stärkefrei. — Der gelbe Farbstoff der Gelbschoten hat vornehmlich im Parenchym der Samenträger seinen Sitz.

Das Pigment der Gelbschoten wurde zuerst von Orth[1]) dargestellt, und später von Rochleder und Mayer[2]) als identisch mit dem gelben Pigmente des Safrans (Crocin, Polychroit) erkannt. Orth hat in dieser Drogue auch Rubichlorsäure und zwei eigenthümliche Gerbsäuren aufgefunden.

13. Saflorkerne.

Die Saflorpflanze, *Carthamus tinctorius*, liefert nicht nur einen zum Färben benutzten Rohstoff[3]), sondern kann auch auf fettes Oel ausgenutzt werden. In Egypten wird aus den Früchten (Saflorkerne) seit alter Zeit ein Oel gepresst, welches sich als Brennöl, weniger als Speiseöl eignet[4]). Auch gegenwärtig wird noch in Egypten, ferner in Indien und Algier Safloröl gewonnen; auch gehören Saflorkerne zu

---

1) Journ. für pract. Chemie. 64. p. 10.
2) Journ. für pract. Chemie. 74. p. 1.
3) S. oben bei Saflor.
4) Savary, Egypten. I. p. 196. S. auch Böhmer l. c. I. p. 668 ff.

den für die Oelgewinnung nach Europa gebrachten Rohstoffen. Indess hat das genannte Material bis jetzt noch keine Wichtigkeit erlangt[1]).

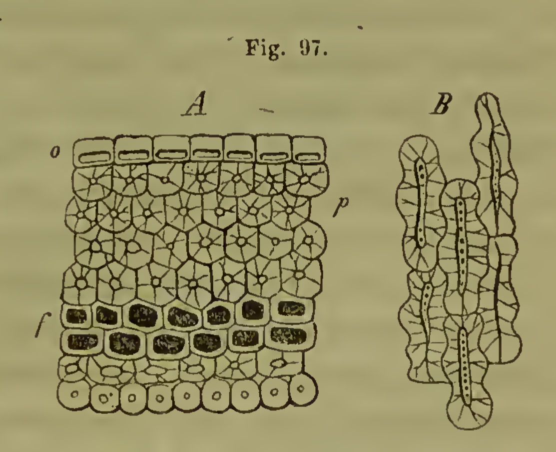
Die Saflorkerne haben einen birnförmigen Hauptumriss und sind seitlich mit fünf stark vorspringenden Rippen besetzt. Zwei dieser Rippen liegen häufig sehr nahe nebeneinander, so dass es manchmal den Anschein hat, als wären nur vier derselben vorhanden. Nach unten zu ist jede Frucht schief keilförmig zugestutzt, wodurch ihre Symmetrie völlig verloren geht. Die Griffelnarbe erscheint am oberen (breiteren) Ende als kleine, kreisförmig umschriebene Fläche. Die Anhangsfläche der Frucht ist am schmalen (unteren) Ende deutlich wahrnehmbar, und tritt ziemlich fern von der Spitze auf. Die Kerne sind weiss, ziemlich glänzend und nur in der Nähe der Griffelnarbe macht sich ein hellbräunlicher Farbenton bemerklich. Die Länge der Früchte beträgt 6—8, die grösste Breite 3—5, die grösste Dicke 2—5 Millimeter.

Das Fruchtgehäuse ist fest und zähe, hornartig schneidbar, nur der Länge nach gut spaltbar, 0.36—0.45 Mm. dick. In den querdurchschnittenen Wänden des Fruchtgehäuses erblickt man mit der Loupe eine dem inneren Contour genäherte und demselben parallele tiefbraune Schicht. — Im Inneren der Frucht liegt der eiweisslose Samen, von einer verhältnissmässig dicken, pergamentartigen Samenhaut bedeckt. Der Embryo besteht aus zwei geradegestreckten und sich mit den oberen Blattflächen berührenden Cotylen, und einem geraden, scharf zugespitzten Würzelchen.

Die Fruchtgehäuse machen mehr als 50 Proc. vom Gesammtgewichte der Saflorkerne aus.

Die Oberhaut des Fruchtgehäuses besteht aus parallel zur Axe gestreckten, jedoch nur wenig abgeplatteten, farblosen, mit stark verdickter Aussenwand versehenen Zellen. Hierauf folgen kurze, häufig etwas wellig contourirte, ausserordentlich stark-, fast völlig verdickte Prosenchymzellen. Bis auf eine dem inneren Contour der Gehäusewand genäherten Zellschicht, deren Elemente einen tiefbraunen, harzigen Inhalt führen, enthalten alle Zellen des Fruchtgehäuses Luft. Eine Gliederung des Prosenchyms durch radial verlaufende Ge-

Fig. 97.



Vergr. 300. *A* Querschnitt durch die Fruchthaut der Saflorkörner. *o* Oberhaut, *p* Prosenchymzellen, *f* Farbstoffzellen. *B* Prosenchymzellen im Längsschnitt.

1) S. österr. offic. Ausstellungsbericht. V. p. 340 und 342.

webe, wie an den Sonnenblumenkernen, ist an den Schalen der Saflorkerne nicht zu bemerken.

Das Parenchym- und Epithelialgewebe der Samenlappen stimmt, was Form, Anordnung und Inhalt der Elemente anbelangt, mit den analogen Gebilden der Saflorsamen überein. Nur erreichen im Samengewebe des Saflors die Aleuronkörner einen Durchmesser von 0.0135 Millim., und erkennt man an selben schon mit schwachen Vergrösserungen (200—300 lin.) die darin vorkommenden Körner.

Die Samenhaut ist beim Saflor ähnlich wie bei der Sonnenblume gebaut.

Ueber die Eigenschaften des Safloröls ist kaum mehr bekannt, als das es purgirend wirkt und sich gut verseifen lässt. Die Menge des aus den Früchten zu gewinnenden Oels soll 18 Proc. betragen.

14. Sonnenblumenkerne.

Die Sonnenblume, *Helianthus annuus L.*, stammt aus Mexiko und wird bekanntlich seit langer Zeit als Zierpflanze in den Gärten Europas gehalten. In der Heimat wird aus den Kernen ein Oel gewonnen, und schon im vorigen Jahrhundert hat man in Deutschland versucht, dieses Gewächs als Oelpflanze der Industrie dienstbar zu machen, jedoch mit keineswegs günstigem Erfolge[1]). Gegenwärtig wird *Helianthus annuus* im südlichen Russland im grossen Massstabe als Nutzpflanze auf Aeckern gebaut. Die Kerne werden zum Theil im Lande selbst zur Oelbereitung verwendet, zum Theil gelangen sie für den gleichen Zweck nach den übrigen Ländern Europas, u. a. auch nach Deutschland[2]). Russisches Sonnenblumenöl bildet auch in Deutschland einen nicht unerheblichen Handelsgegenstand.

Die Randblüthen der Sonnenblume sind unfruchtbar, die Scheibenblüthen fruchtbar. Die letzteren bilden fast durchgängig Früchte, welche den fleischigen Fruchtboden dicht bedecken, und, gleich den Blüthen, in regelmässige Spirallinien angeordnet sind. Die Früchte der Sonnenblume (Sonnenblumenkerne) sind entweder schwarz, graubraun oder weisslich. Im Handel erscheinen nur schwarze, oder schwarze, mit braunen Längsstreifen gezeichnete Früchte.

Die Sonnenblumenfrüchte bilden im trocknen Zustande länglich eiförmige, seitlich etwas zugeschärfte, am breiten (oberen) Ende etwas eingesunkene, oder doch wenigstens abgeflachte, etwa centimeterlange, 4—5 Mm. breite, 3—4 Mm. dicke Kerne. Genau betrachtet ist die Sonnenblumenfrucht nicht symmetrisch, da man sie durch keine Schnitt-

---

1) S. Böhmer l. c. I. p. 671 ff.

2) Offic. österr. Ausstellungsbericht. V. p. 341.

richtung in zwei völlig gleiche Hälften zu zerlegen vermag. Besonders wird die Symmetrie dadurch gestört, dass die am schmalen (unteren) Ende gelegenen, kurzen, abgerundeten, zahnartigen Vorsprünge ungleiche Grösse besitzen. Die am breiten Fruchtende stets deutlich wahrnehmbare Griffelnarbe gleicht in der Form dem durch die Mitte der Frucht geführten Querschnitt. Minder deutlich ist die am schmalen Fruchtende befindliche Anhangsfläche der Frucht erkennbar.

Das holzartig spröde, der Länge nach leicht spaltbare Fruchtgehäuse hat eine Dicke von 0.5—0.6 Mm. Die äussere, etwas glänzende Fläche desselben ist entweder durchgängig schwarz, oder auf schwarzem Grunde graubraun der Länge nach gestreift; die innere matte Fläche zeigt eine blass strohgelbe Färbung. Der Hohlraum der Frucht ist blos vom Embryo ausgefüllt, welcher eine plattgedrückt eiförmige, am Wurzelrande deutlich eingeschnürte und von da ab zugespitzte Form zeigt, und von einer weissen, zarten, pergamentartig zähen und leicht ablösbaren Samenhaut bedeckt ist.

Das Gewicht der Fruchtgehäuse verhält sich zu jenem der Samen, beide im lufttrockenen Zustande vorausgesetzt, etwa wie 53 : 47. — Da sich aus den trockenen Kernen 15 Proc. fettes Oel gewinnen lassen, so müssen die Samen hiervon etwa 32 Proc. enthalten.

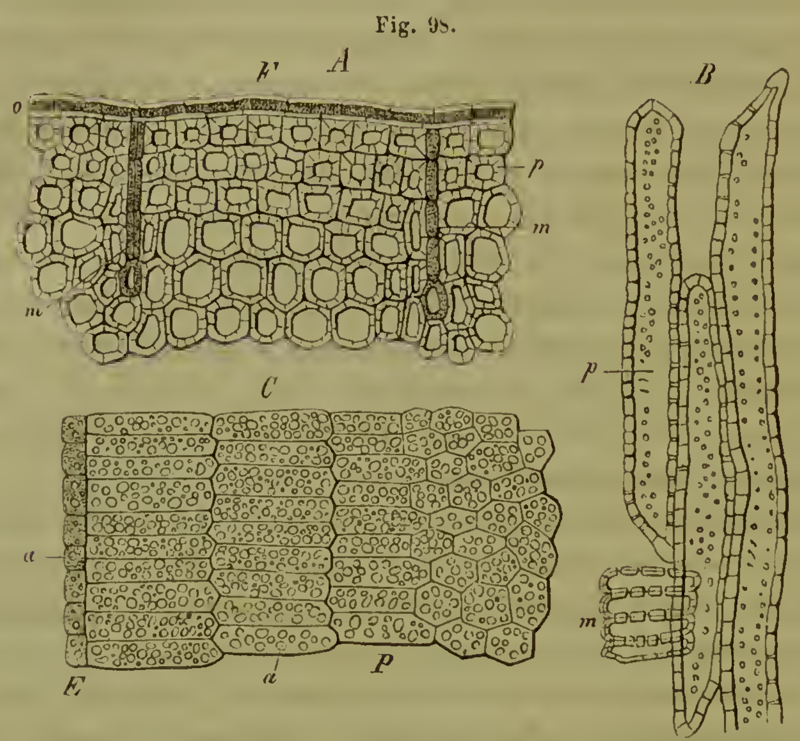
Das Fruchtgehäuse ist von einer Oberhaut bedeckt, welche aus länglichen, abgeplatteten, mit glashellen, nach aussen stark verdickten Membranen versehenen, einen braunschwarzen, harzigen Inhalt führenden Zellen besteht. Hieran schliesst sich ein zartes, aus einer oder wenigen Zellreihen geformtes, stark zusammengefallenes Parenchymgewebe. Nunmehr folgt das, die Hauptmasse des Fruchtgehäuses bildende Gewebe, welches aus langen, dickwandigen, von zahlreichen Porenkanälen durchsetzten Prosenchymzellen besteht, und in radialer Richtung von einem häufig bräunlich tingirten Gewebe durchsetzt wird, das nach Anordnung, nach Form und Lage der Zellen am besten mit einem Markstrahlgewebe verglichen werden kann. Die querdurchschnittene Oberhaut des Fruchtgehäuses erscheint in Abständen von 0.20—0.38 Mm. in flache Bogen gegliedert, von deren Einschnürungsstellen das markstrahlenartige Gewebe ausläuft.

Das Gewebe der Samenhaut besteht aus mehreren Schichten collabirter, von der Fläche betrachtet, polygonal begrenzter Zellen, und ist von Gefässbündeln durchsetzt, die entweder aus cambialen Elementen oder vorwiegend aus derben Spiroiden bestehen.

Im Samen selbst ist blos Parenchym und ein die Cotylen bedeckendes Epithel nachweisbar, welches sich von ersterem nur dadurch unterscheidet, dass seine Zellen abgeflacht und etwas lichtbräunlich gefärbt sind. Die Parenchymzellen sind rundlich bis polyedrisch ge-

staltet. Die nach der oberen (inneren) Fläche des Samenlappens hin gewendeten Parenchymzellen sind senkrecht zum Epithel stark in die Länge gestreckt, und bilden parallel zu dem letzgenannten Gewebe verlaufende Reihen. Sowohl in den Epithelial- als Parenchymzellen

Fig. 98.



Vergr. 300. *A* Querschnitt durch die Fruchtschale der Sonnenblumenkörner. *o* Oberhaut, *p* Prosenchymzellen, *mm* markstrahlenartiges Gewebe. *B* Partie aus einem radialen Längsschnitt durch die Fruchtschale. *p*, *m* wie in *A*. *C* Querschnitt durch das Gewebe der Samenlappen in Mandelöl präparirt. *E* Epithelialzellen, *P* Parenchymzellen. *aa* Aleuronkörner.

kommen Fetttröpfchen und fast dicht gedrängt stehende, 0.0036 bis 0.0067 Mm. im Durchmesser haltende Aleuronkörner vor, die unter Oel und bei starken Vergrösserungen betrachtet, im Inneren verschieden grosse Körnchen erkennen lassen.

Ueber die Bestandtheile der Sonnenblumenkerne liegen noch keine Untersuchungen vor. Auch das fette Oel derselben ist noch nicht genau auf seine Eigenschaften geprüft worden. Es wird seines angenehmen Geschmackes wegen als Speiseöl verwendet, und eignet sich, da es den trocknenden Oelen zuzuzählen ist, auch zur Bereitung von Oelfarben. Es findet auch in der Seifenfabrication Verwendung.

15. Hopfen.

Die Hopfenpflanze, *Humulus lupulus L.*, ist über ganz Europa, über die gemässigten Theile Nordamerikas und Asiens verbreitet. In Mitteleuropa tritt diese zweihäusige Cannabinee besonders häufig wildwachsend auf. Hier, namentlich in Baiern, Baden, Würtemberg, Belgien, Böhmen, aber auch in Nordamerika wird Hopfen in grossem

Massstabe gebaut. Nordamerikanischer Hopfen ist bei hohen Preisen des europäischen Hopfens auch in Europa Handelsgegenstand.

Die Fruchtstände (Zapfen) der genannten Pflanze bilden den Hopfen. Im Handel erscheint nur die Frucht cultivirter Pflanzen. Doch wird in einigen Gegenden, z. B. in Ungarn, in der Militärgrenze, die Frucht der wilden Hopfenpflanze gesammelt und in kleinen Brauereien verwendet. Auch in den hopfenbauenden Ländern wird manchmal wilder Hopfen gesammelt und zur Verfälschung des gebauten benutzt.

Die einzelnen Zapfen des Hopfens erreichen eine Länge von 2—4 Centimeter. Der Fruchtträger (Fruchtspindel) ist etwa millimeterdick, in stumpfen bis rechten Winkeln 5—9mal knieförmig hin und her gebogen, filzhaarig. An jedem Knie entspringt ein kleines Aestchen, an dessem Grunde zwei Deckblätter stehen, welche zwei Paare von Blättern umhüllen, in deren Achseln die Früchte liegen. Die Deckblätter sind etwas grösser als die Stützblätter der Frucht, unterscheiden sich aber sonst nicht von diesen. Alle Blättchen des Hopfenzapfens sind etwas unregelmässig eiförmig im Umrisse, äusserst dünn, häutig, ihre Nervatur erhebt sich über die Fläche der oberen Blattseite. Die Oberseite der Blätter erscheint mit goldgelben Drüsen mehr oder minder reichlich versehen. Die Deckblätter erreichen gewöhnlich eine Länge von 12—21, die Stützblätter von 8—14 Mm. Wohlausgebildete Früchtchen erreichen einen Durchmesser von 3 Mm. und umschliessen einen eiweisslosen Samen.

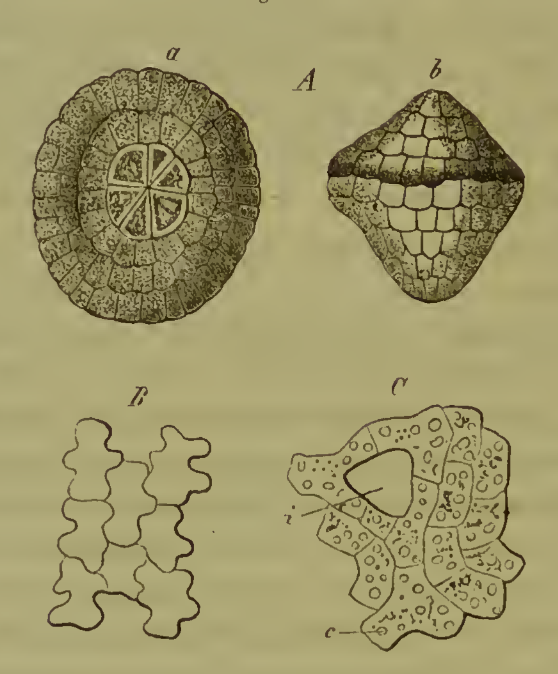
Wilde Hopfenzapfen sind grösser als durch Cultur gewonnene. Letztere werden gewöhnlich blos bis 2.5 Cent. lang. Wilde Hopfenfrüchte enthalten wohlausgebildete Früchtchen und sind arm an Hopfendrüsen; cultivirter enthält nur verkümmerte, gewöhnlich samenlose Früchtchen, ist aber reichlich mit Hopfendrüsen versehen, welche die Oberseite der Blättchen wie mit einem goldgelben Staub bedeckt erscheinen lassen. Die verkümmerten Früchtchen werden häufig durch den von einer Seite her umgelegten Grund eines Stützblattes verdeckt.

Die Blätter der Hopfenfrucht sind von einer zarten Oberhaut bedeckt, welche aus kurzen tiefbuchtigen, etwa 0.066 Mm. langen und 0.036 Mm. breiten Zellen besteht, zwischen welchen zahlreiche Haare, aber nur sehr wenige Spaltöffnungen auftreten. Die Haare erscheinen am reichlichsten am Blattgrunde, sie sind durchwegs einzellig, dünnwandig, kegelförmig; ihre mittlere Länge beträgt 0.25, ihre grösste Breite 0.024 Mm. Gleichgestaltete, jedoch etwas längere und breitere Haare treten, einen dichten Filz bildend, am Fruchtträger auf. Das Parenchym der Blätter besteht aus zartwandigen, Chlorophyll und eine feinkörnige Substanz führenden Zellen, welche an vielen Stellen grössere Intercellularräume zwischen sich frei lassen. Das Gefässbündel setzt

sich aus dünnwandigen Holzzellen und schmalen — etwa 0.009 Mm. breiten — abrollbaren Spiralgefässen zusammen.

Die Hopfendrüsen bilden den werthvollsten Bestandtheil des Hopfens, da sie die alleinigen Träger des ätherischen Hopfenöls sind. Es wird gewöhnlich angegeben, dass diese Gebilde an den Blättern des Hopfenzapfens, besonders an deren Basis, aber auch an der Fruchtspindel vorkommen, wofür allerdings der Augenschein spricht. Denn beim Entblättern einer Hopfenfrucht sieht man den Grund der oberen Blattfläche und theilweise auch die Spindel mehlartig mit den Drüsen bestäubt. Untersucht man die Oberhaut der Spindel, so findet man sie dicht mit Haaren überdeckt; Drüsen fehlen hier ganz und gar. Aber auch an der Oberhaut der Blätter wird man angeheftete Drüsen vergebens suchen. Hingegen ist die Fruchthaut mit diesen Gebilden fast bedeckt. Zur Zeit der Reife lösen sich die Drüsen zumeist

Fig. 99.



Vergr. 300. *A* Drüsen des Hopfens, *a* von der Fläche, *b* von der Seite gesehen. *B* Oberhautzellen. *C* Parenchymzellen der Blättchen des Hopfenzapfens. *c* Chlorophyllkörnchen. *i* luftführender Intercellularraum.

von ihren natürlichen Anheftungsstellen los und bilden an den Nachbarorganen, nämlich an den Blättern und Fruchtspindeln gelbe Beschläge.

Die Hopfendrüsen bilden ansehnliche, im Querdurchmesser meist 0.144—0.200, seltener bis 0.245 Mm. im Durchmesser haltende Zellencomplexe. Die Drüse hat eine variable ei- oder kugel- bis scheibenförmige Gestalt. Der grösste Querschnitt jeder Drüse ist scharf markirt,

so dass diese Gebilde aus zwei Hälften zusammengesetzt erscheinen. Eine der Hälften ist fast immer kleiner als die andere. Manchmal ist eine derselben eingesunken, so dass dann glockenförmige Gestalten zum Vorschein kommen. Namentlich ausgetrocknetes Hopfenmehl enthält reichlich derartige Bildungen. In der Peripherie der Drüsen erscheint eine Schicht polygonal begrenzter Zellen; die grosse Höhle im Innern ist mit einer goldgelben, öligen Flüssigkeit erfüllt, welche auf Einwirkung von Kalilauge in eine feinkörnige Masse zerfällt.

Der Hopfen enthält nach älteren Analysen ätherisches Oel, Harz, Bitterstoff, Gummi, Apfelsäure, Gerbstoff und Mineralbestandtheile[1]. Die mikroskopische Untersuchung ergab auch einen Gehalt an Chlorophyll. — Die Menge des ätherischen Oels beträgt nach Payen und Chevallier 2 Proc.[2]. Es besteht aus einem Terpen und Valerol ($C_{12}H_{20}O_2$), welches beim längeren Liegen der Hopfendrüsen durch Sauerstoffaufnahme in Valeriansäure übergeht[3]. — Der Gerbstoff, wovon die Hopfenzapfen 3—5 Proc. enthalten, steht nach R. Wagner der Moringerbsäure nahe. Lermer[4] hat im Hopfen eine krystallisirbare Säure, die Hopfenbittersäure ($C_{32}H_{50}O_7$) aufgefunden, welche den characteristischen Geruch und Geschmack des gehopften Bieres bedingt. Derselbe Beobachter hat aus Hopfen auch einen wachsartigen Körper dargestellt, welcher aus palmitinsaurem Myricyl bestehen soll, und gewann 8.5 Proc. Mineralbestandtheile (vorwiegend phosphorsaures, schwefelsaures und kohlensaures Kali) aus Hopfenzapfen.

Hopfen, welcher einige Jahre alt geworden ist, hat seinen eigenthümlichen Geruch verloren und riecht nunmehr unangenehm, indem in den Drüsen die höchst widerlich riechende Valeriansäure entstand. Auch hat ein solcher Hopfen eine rothbräunliche Farbe angenommen. Um die Haltbarkeit des Hopfens zu steigern setzt man ihn, nach Liebig's Vorschlage, durch kurze Zeit der Einwirkung von schwefliger Säure aus. — Im frischen Zustande »geschwefelter« Hopfen hält sich durch Jahre hindurch ziemlich unverändert. Hingegen ist ein alt gewordener und hierauf, behufs Entfärbung, geschwefelter Hopfen ein werthloses Product.

Die Verwendung des Hopfens zum Bierbrauen ist bekannt. Die Hopfendrüsen (glandulæ lupuli), durch Absieben leicht von den übrigen Bestandtheilen der Hopfenzapfen zu isoliren, werden medicinisch benutzt. Frische Hopfendrüsen besitzen eine goldgelbe Farbe und den

1) S. hierüber Rochleder, Chemie der Pflanzen. p. 76.

2) Journ. de Chim. méd. 2. p. 527.

3) Personne, Compt. rend. 38. p. 309. S. auch R. Wagner, Journ. für pract. Chem. 58. p. 351.

4) Dingler's polyt. Journal. 169. p. 54.

Geruch des frischen Hopfens. Alte, werthlos gewordene sind rothbraun gefärbt und riechen höchst widerlich. Nach Flückiger[1]) beträgt die Menge der Drüsen 10 Proc. vom Gesammtgewichte der Hopfenzapfen.

16. Valonea.

Mit diesem und einigen anderen ähnlich gebildeten Namen (Wallonen, Valonia, Velani, Velandia[2]) etc.), wohl auch manchmal als Ackerdoppen oder levantinische Knoppern, kommt ein Gerbmaterial zu uns, welches sich aus den Fruchtbechern mehrerer Eichenarten zusammensetzt. Beckmann[3]) bezeichnete als Stammpflanze der Valonea die Ziegenbarteiche (*Quercus Aegilops L.*). Diese häufig reproducirte Angabe hat sich insofern als richtig herausgestellt, als die Hauptmasse dieses Rohstoffs von mehreren Eichenarten abstammen, welche auf die genannte Linné'sche Species zurückzuführen sind. Kotschy[4]), dem wir die wichtigste Arbeit über die Eichen des alten Continents verdanken, hat in seinem wichtigen Werke nicht nur eine eingehende Beschreibung der europäischen und orientalischen *Quercus*-Arten gegeben, sondern auch sehr vollständige Beobachtung über die Benutzung dieser wichtigen Bäume geliefert, u. a. seine Wahrnehmungen über die Abstammung der Valonea mitgetheilt.

Nach Kotschy stammt die Valonea von einigen *Quercus*-Arten ab, welche in die von ihm aufgestellte Gruppe der *Pachylepten* gehören, nämlich Eichen, welche sich durch dicke Kelchschuppen (Becherschuppen) auszeichnen. Diese Abtheilung zerlegte er in folgende drei Untergruppen:

1) *Aegilops* (Schuppen flach und aufrecht).
Hierher gehören folgende Species:
Quercus graeca Kotschy. Griechenland. Liefert Valonea.
Q. Ehrenbergii Kotschy. Kleinasien.
Q. makrolepis Kotschy. Kleinasien.
Q. oophora Kotschy. Kleinasien. Liefert Valonea.
Q. Brantii Lindl. Kleinasien.

2) *Aegilospidum* (Schuppen kantig, nach aussen umgebogen).
Q. Vallonea Kotschy. Kleinasien. Liefert Valonea.
Q. Ithaburensis Desne. Kleinasien.

---

1) Pharmakognosie. p. 621.

2) βελανιδηα = βελανιδια = Eichel. Heldreich, Die Nutzpflanzen Griechenlands. p. 16.

3) Vorber. zur Waarenkunde. III. p. 294.

4) Die Eichen Europas und des Orients. 1862.

Q. Pyrami Kotschy. Kleinasien.

Q. Ungeri Kotschy. Kleinasien. Unreife Früchte derselben kommen als eine schlechte Sorte von Valonea in den Handel.

3) *Mikroægilops* (Schuppen nur an den Spitzen frei, sonst verwachsen).

Q. persica Jaub. Südpersien.

Unter den zahlreichen Valoneasorten des europäischen Handels, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, fand ich von den Früchten der oben aufgeführten Arten jene von *Q. græca* (griechische Valonea), *Q. Valonea* (smyrnensische V.) und in Proben aus dem italienischen Handel, nämlich in Sorten, welche mir unter dem Namen »Camatina« zukamen, die unreifen, oft nur 1—2 Centim. messenden Früchte von *Q. Ungeri*. Die beiden ersten unterscheiden sich von einander leicht durch die oben angegebenen Kennzeichen und von der letztgenannten durch die Grösse, indem ihr Querdurchmesser 3 Cent. und häufig darüber misst. — Unter dem Namen albanesische Valonea erhielt ich mehrere Sorten dieses Rohstoffes, welche sich aus den Früchten und Fruchtbechern von *Q. coccifera L.* zusammensetzten, deren Heimat Südeuropa und Kleinasien ist.

Die griechischen Valoneasorten kommen theils vom griechischen Festlande (nach Heldreich besonders von Akarnarien, Achaia, Elis, Lakonien, Attika), theils von den jonischen und griechischen Inseln[1]. Die kleinasiatische Waare, von den Türken Balamut genannt, kommt hauptsächlich aus dem sicilischen Taurus und wird im Hafen von Mersina angesammelt (Kotschy).

Die kleinasiatischen Sorten, an den stark zurückgeschlagenen Kelchblättern leicht von den griechischen zu unterscheiden, werden als Gerbmaterial den letzteren vorgezogen.

Seit welcher Zeit die Früchte der genannten Eichen als Gerbmaterial dienen, ist noch nicht ermittelt worden[2]; dass sie schon im vorigen Jahrhundert Handelsgegenstand waren, ist indess sicher[3].

Die, manchmal noch die Eicheln einschliessenden Fruchtbecher der griechischen und kleinasiatischen Valonea sind halbkugelförmig ausgehöhlt, messen 3—4.5 Cent. im längsten Durchmesser und sind aussen

1) Von der Insel Zea werden bei guter Ernte jährlich mehr als 1 Mill. Kgr. ausgeführt. (Oesterr. botan. Zeitung. 1858. p. 359).

2) Die Eicheln von *Quercus Aegilops* dienten schon im griechischen Alterthum als Nahrungsmittel (φηγός) und werden auch jetzt noch in den Heimatländern roh oder geröstet gegessen. Unger, Botan. Streifzüge auf dem Gebiete der Culturgeschichte (Sitzungsberichte der kais. Akademie der Wissenschaften).

3) Böhmer l. c. II. p. 294.

von zahlreichen, in flachen Spiralen angeordneten Schuppen bedeckt. Am oberen, kantig zugeschärften Becherrande sind meist nur die Narben der abgefallenen Schuppen zu sehen. Der Fruchtbecherrand erreicht eine Dicke von 3—5 Millim. Die Schuppen sind bis 2.5 Millim. dick, 4—5 Millim. breit, 8—14 Millim. lang, lancettförmig, am oberen Ende undeutlich gezähnt oder seicht gelappt. Sie sind mit einem feinen Flaum bedeckt, welcher indess im Innern des Fruchtbechers noch reichlicher entwickelt ist, und dort nur am Grunde, wo die Eichel aufsass oder noch vorkommt, fehlt. Alle Theile der Valonea sind hart, etwas spröde, so dass sie sich pulvern lassen, und graugelblich von Farbe. Im Wasser sinken die Fruchtbecher leicht unter und selbst auch dann schon, wenn noch viel Luft aussen anhaftet.

Die innere Partie der Fruchtbecher besteht aus einer mit einzelnen und Sternhaaren dicht bedeckten Oberhaut. Die Haare erreichen gewöhnlich eine Länge von 0.2—0.6 Millim., sind walzenförmig, oben zugespitzt und bis auf ein linienförmiges Lumen völlig verdickt. Darunter liegt ein nur spärlich von dünnen Gefässbündeln durchsetztes Grundgewebe, welches theils aus parenchymatischen, theils sklerenchymatischen, häufig stark in die Länge gestreckten Elementen besteht. Die Querdurchmesser dieser beiden Zellenarten betragen gewöhnlich 0.045—0.067 Millim. Die Parenchymzellen sind die Träger eines eisenbläuenden Gerbstoffes. Einzelne dieser Zellen führen Krystallaggregate von oxalsaurem Kalk, welche merkwürdigerweise wie der Gerbstoff der Parenchymzellen durch Kalilauge roth gefärbt werden, und mithin zweifellos mit Gerbstoff imprägnirt sind. Die Gefässbündel bestehen aus zarten cambialen Zellen und schmalen zarten Spiralgefässen. — Die schuppenförmigen Blätter sind in ähnlicher Weise wie die Fruchtbecher gebaut, führen eine ähnliche Oberhaut, ähnlich gebaute, nur kürzere und häufig gewundene Haare, Gefässbündel, welche nebst zarten Spiralgefässen noch schmale Porenleitzellen enthalten, und bestehen aus einem an eisenbläuendem Gerbstoff reichen parenchymatischen Grundgewebe. — Die Schuppen sind mithin reicher an Gerbstoff als die übrigen Gewebe der Fruchtbecher, und deshalb Valonen-Sorten, welche arm beschuppt sind, oder von denen ein grosser Theil der Schuppen abgefallen ist, gering zu bewerthen.

Die Fruchtbecher der albanischen Valonea sind tief ellipsoidisch ausgehöhlt, halten 1.5—2 Cent. im Durchmesser; die Schuppen sind lang zugespitzt, nach aussen hakenförmig gekrümmt, am Grunde blos 2—3 Mm. dick. Das Grundgewebe der Becher besteht fast ausschliesslich aus sklerenchymatischen Zellen und ist in Folge dessen sehr spröde. Die Fruchtbecher sinken im Wasser nicht unter. Sowohl die zerkleinerten Schuppen als das übrige Gewebe der Becher geben mit Wasser gekocht

auf Zusatz von Eisenchlorid, nicht wie die correspondirenden Antheile der Fruchtbecher von *Quercus Aegilops* blaue, sondern olivengrüne Niederschläge, und enthalten nicht nur einen andern Gerbstoff als die echten Valonea, sondern sind auch anscheinend ärmer an Gerbstoff.

In echter Valonea hat Stenhouse[1]) neben ewas Gallussäure einen Gerbstoff aufgefunden, welcher durch Schwefelsäure keine Gallussäure giebt, mithin vom Galläpfelgerbstoff verschieden ist.

Die Valonea wird, besonders stark in England, zum Gerben, in Deutschland zumeist zum Färben (z. B. zum Schwarzfärben der Seidenhüte) angewendet.

17. Vanille[2]).

Nicht *Vanilla aromatica Sw. (Epidendron Vanilla L.)*, wie noch häufig angegeben wird, sondern *V. planifolia Andrews.* ist die Stammpflanze der echten Vanille. Die Heimat dieser auf Baumrinden schmarotzenden Orchidee ist das östliche Mexiko, wo auch jetzt noch grosse Quantitäten von Vanille durch Cultur erhalten werden. Aber noch in vielen anderen Tropenländern, z. B. in Westindien, auf Java, Réunion und Mauritius wird die Vanillecultur betrieben. Der frühere hohe Preis der Vanille in Europa hat dahin geführt, die Vanillepflanze überall einzubürgern, wo nur die Möglichkeit eines gedeihlichen Fortkommens vorhanden war. Es hat sich in Folge dessen eine derartige Ueberproduction an Vanille eingestellt, dass es in vielen Culturbezirken jetzt gar nicht mehr verlohnt, die Vanille für sich allein zu ziehen, sondern nur in Verbindung mit der Cacaocultur, indem man auf die Stämme der letzteren die Vanillereiser pflanzt[3]).

Die Setzreiser der *Vanilla planifolia* tragen schon nach drei Jahren Früchte und bleiben 30—40 Jahre hindurch ertragsfähig, jährlich bis 50 Früchte hervorbringend. Die Befruchtung erfolgt nicht von selbst, sondern wird durch Insecten bewerkstelligt. Seit Morren[4]) zeigte, dass es unschwer gelingt, die Vanillepflanze künstlich zu befruchten, geschieht dies in einigen Ländern, z. B. auf Java, woselbst sich die Vanillecultur unter Teysman's Leitung auf eine bedeutende Höhe aufschwang.

Die Frucht wird noch vor dem Eintritt der völligen Reife gesammelt, wenn sich nämlich ihre grüne Farbe in's Bräunliche zu neigen be-

1) Ann. der Chem. und Pharm. 45. p. 15.

2) In diesem Paragraphen folgte ich vornehmlich den Abhandlungen Guibourt's (Hist. des drogues etc. VI. éd. p. 233) und Flückiger's (Pharmakognosie p. 607) über diesen Gegenstand.

3) Offic. österr. Ausstellungsbericht. III. (Nahrungsmittel) p. 75.

4) Memorandum sur la vanille. Bulletins de l'Acad. de Belgique. 17. 2. p. 29.

ginnt. Bevor die Früchte in die bekannten, 50 Stücke fassenden Bündel (Mazos) zusammengefasst werden, trocknet man sie vorsichtig an der Sonne oder in künstlicher Wärme. Nunmehr hat jede Frucht eine tief rothbräunliche oder braunschwarze Farbe und einen fetten Glanz angenommen, und überzieht sich beim längeren Liegen mit einem mehr oder minder reichlichen Beschlage von feinen, nadelförmigen Krystallen. Je grösser die Krystallmenge an den Früchten ist, für desto besser werden sie, und mit Recht, gehalten.

Die Vanille hat gewöhnlich eine Länge von 12—16 Centim.; die besten mexikanischen Sorten werden sogar bis 30 Centim. lang. Der Querdurchmesser beträgt 7—10 Millim. Der Länge nach ist sie deutlich gerunzelt, häufig flachgedrückt, nicht selten gedreht. Der Hautumriss des Querschnitts ist dreiseitig; zwei Seiten, den querdurchschnittenen Fruchtwänden entsprechend, sind stärker gewölbt als die dritte. Von den Winkeln, welche der flachen Seite anliegen, geht die Oeffnung der Frucht zur Zeit der Reife aus. Im Innern der Frucht liegen, in einer hellgelben, balsamisch riechenden Flüssigkeit die zahlreichen, höchstens 0.25 Millim. im Durchmesser haltenden Samen.

Das Fruchtgehäuse ist von einer aus tafelförmigen, dickwandigen Zellen bestehenden Oberhaut bedeckt, an die sich ein parenchymatisches Grundgewebe reiht, dessen Zellen nach der Mitte hin an Grösse zunehmen, und dann, nach innen zu, wieder kleiner werden. Im Grundgewebe liegt, dem inneren Theile des Fruchtgehäuses angehörig, ein Kreis von etwa 20 Gefässbündeln. Die Samenträger sind mit zarten, dünnwandigen Zellen bekleidet. Von der Innenwand ragen, zwischen die Samenträger durch, lange cylindrische Papillen in den Hohlraum der Frucht hinein, welche wohl als die Träger der aromatischen Bestandtheile der Vanille anzusehen sind.

Ausser der gewöhnlichen durch Cultur erhaltenen Vanille (Vanille lec, oder Vanille du Leg), kommen noch zwei mindere Sorten im Handel vor, nämlich die wilde Vanille oder *Vanilla cimarrona*, welche von wilden Exemplaren der *Vanilla planifolia* herrührt und sich von der echten dadurch unterscheidet, dass sie klein, dürr und wenig aromatisch ist, und das Vanillon von La Guayra und Guyana[1]), die flache, 1—2 Cent. breite, 14—19 Cent. lange Frucht von *Vanilla pompona Schiede*, welche minder angenehm als echte Vanille riecht, und deshalb nur eine geringe Sorte von Vanille bildet.

Die Vanille enthält ausser Gerbsäure, Harz, Fett, Wachs, Gummi, Zucker und oxalsaurem Kalk zwei aromatische Substanzen, nämlich Vanillin, welches in Krystallform die Fruchthaut bedeckt, und jene

1) Offic. österr. Ausstellungsbericht. p. 75.

oben genannte ölige, die Samen umhüllende Substanz, welche in chemischer Beziehung mit dem Perubalsam übereinzustimmen scheint. Aetherisches Oel fehlt.

Das Vanillin wurde von Bley[1]) entdeckt, und von Gabley[2]) und Stokkebye[3]) genauer untersucht. Die Angaben über die Eigenschaften dieses intensiv riechenden und schmeckenden, sublimirbaren Körpers widersprechen sich zum grossen Theile.

Die Vanille findet in der Parfümerie und Chocoladefabrication Verwendung.

18. Cocosnussschalen.

Die Frucht der Cocospalme liefert nicht nur eine benutzbare Faser[4]) und das Cocosnussfett[5]), es wird auch das Endocarp (Kernschale) der Cocosnuss zu kleineren Dreharbeiten verwendet[6]). Die zahlreichen und höchst verschiedenartigen Drechslerwaaren, die im Handel als Cocosnussarbeiten vorkommen, stammen indess nicht allein von der Kernschale der gewöhnlichen Cocospalme *(Cocos nucifera)*, sondern werden auch aus der harten Schale der Frucht einer brasilianischen Palme gewonnen, der oben genannten *Attalea funifera*, welche die Piassave des Handels liefert[7]); ja es hat nach mehrfachen Untersuchungen, die ich mit käuflichen Cocosschalen-Arbeiten anstellte, den Anschein, als würde die Steinschale der letztgenannten Palme in Europa ausschliesslich zur Verfertigung von derartigen Kunstgegenständen benutzt werden[8]).

Ich werde im Nachfolgenden die Steinschalen, welche die Früchte der beiden genannten Palmen liefern, hauptsächlich mit Rücksicht auf die Unterscheidung von Kunsterzeugnissen aus echter Cocosnuss und aus Piassavenuss beschreiben.

Die Steinschale der Cocosnuss ist stets ellipsoidisch gestaltet, aber häufig nahezu kugelförmig gekrümmt, am oberen Ende etwas zuge-

1) Archiv für Pharm. 38. p. 132.
2) Journ. de Pharm. (1858) 34. p. 401.
3) Vierteljahrschr. für pract. Pharm. 13. p. 481.
4) S. oben p. 436.
5) S. oben p. 202.
6) In den Heimatländern der Cocospalme dienen die Schalen zu Gefässen verschiedener Art.
7) S. oben p. 445.
8) In den Lehr- und Handbüchern über Waarenkunde wird der Steinschale der *Attalea funifera* wohl hin und wieder als Rohstoff zu Dreharbeiten Erwähnung gethan; aber doch stets die Cocosschale als das gewöhnliche Material zur Erzeugung derartiger Kunstgegenstände hingestellt.

spitzt, am unteren abgerundeten Ende von drei kreisförmigen Löchern durchbohrt. Die Axe der Schale misst stets mehrere Decimeter, die Dicke der Schale beträgt hingegen blos 5—9 Millim. Schon hieraus ergiebt sich, dass die genannte Steinschale wegen ihrer Dünnheit nur eine sehr beschränkte Verwendung zu Dreharbeiten finden kann. Aussen ist die Schale uneben faserig, innen glatt. Die Substanz der Schale ist ungemein fest und hart, aber in Farbe und Gefüge nicht sehr homogen. In einer homogenen, bräunlichen, häufig chocoladebraunen bis fast schwärzlichen Grundmasse sind feine, heller gefärbte Fasern (Gefässbündel) und grössere, inselförmige, lichtbräunliche, weichere Gewebspartien eingesprengt. — Die Kernschale aus der Frucht von *Attalea funifera* — im Handel Lissaboner oder kleine Cocosnuss, auch Coquilla genannt — ist eiförmig, nach dem schmalen Ende hin etwas zugespitzt, am breiten Ende dreispaltig, die Enden der aufgespalten erscheinenden Schalentheile werden von innen her mit lockeren Faserbüscheln überdeckt. Die Steinschale ist zweifächerig. Die zur Aufnahme der Samen dienlichen Hohlräume haben im Querschnitt eine planconvexe Form und sind blos durch eine 2—3 Millim. dicke Scheidewand von einander getrennt. Die lange Axe der Schale misst blos 6—7, die Queraxe 4.5—5.5 Cent. Die Dicke der Schale beträgt aber 9—18 Mm.; an der Spitze und in der Fortsetzung der Scheidewand ist die Schale am dicksten. Aussen ist die Schale von einer verhältnissmässig weichen, leicht schneidbaren, kaum papierdünnen, von gut erkennbaren Gefässbündeln durchbrochenen, gelblichen, aussen braunen bis schwärzlichen Schicht bedeckt. Die eigentliche beinharte Substanz der Schale ist von eigenthümlicher, lichtbräunlicher Farbe, auf dem Bruche matt, im Längsschnitte stellenweise von Fasern (Gefässbündeln) durchsetzt, welche auch im Querschnitte als helle Puncte erkennbar sind. — Die Steinschalen beider genannter Palmenarten sinken im Wasser unter.

Das harte Gewebe der Cocosnussschale besteht hauptsächlich aus einem sklerenchymatischen Grundgewebe, welches von theils makroskopischen, theils mikroskopischen Gefässbündeln durchsetzt ist. Die Gefässbündel laufen vorwiegend in einer der Schalenoberfläche parallelen Richtung. Die Sklerenchymzellen sind höchst verschieden gestaltet, kugelig, polyedrisch bis spindelförmig, 0.018—0.045 Millim. breit, sehr stark verdickt, von feinen, theilweise verästelten Porencanälen durchzogen. Ein Theil dieser Zellen ist blassgelblich gefärbt und wird auf Zusatz von Kalilauge citrongelb, ein Theil besitzt braune bis braunschwarze Wände. — Die Gefässbündel bestehen aus schmalen Porenleitzellen und zarten, engen Spiralgefässen. — Die oben genannten, inselförmig in dem steinigen Grundgewebe vertheilten weicheren Zell-

gruppen bestehen vorwiegend aus kleinen, relativ dünnwandigen Zellen. — Die Innenseite der Cocosnussschale ist von zwei dünnen Gewebsschichten durchsetzt. Die unmittelbar an das dichte Grundgewebe sich anschliessende Lage bildet einen lichtbräunlichen, leicht schneidbaren Ueberzug, welcher aus platten, wenig verdickten Parenchymzellen besteht, zwischen welchen zarte, aus engen Spiroiden und stark verdickten Bastzellen zusammengesetzte Gefässbündel durchziehen. Die innerste, schwärzliche Gewebsschicht ist aus kleinen, starkverdickten, mit schwarzbrauen Wänden versehenen Sklerenchymzellen zusammengesetzt. Die Asche sämmtlicher Gewebe der Cocosnussschale ist formlos.

Das dichte Gewebe der Coquillaschalen zeigt insofern mit dem analogen Gewebe der Cocosnuss eine Uebereinstimmung, als es aus einem, sklerenchymatische Gefässbündel führenden Gewebe besteht. Die Form der Sklerenchymzellen stimmt im Allgemeinen mit jener der correspondirenden Elemente aus der Steinschale der Cocosnuss überein; nur ist eine geringere Veränderlichkeit im Hauptumriss augenfällig. Die überwiegende Mehrzahl der Zellen besitzt lichtgelbliche, durch Kalilauge sich gelb färbende Wände. Nur wenige Sklerenchymzellen sind mit braunen Wänden versehen. — Die Gefässbündel bestehen vorwiegend aus zarten, abrollbaren Spiralgefässen. Zwischen und neben diesen erscheinen stark verkieselte, rundliche Zellchen, deren Durchmesser 0.009—0.013 Millim. beträgt. In Form, Grösse und Anordnung stimmen diese, auch in der Asche der Steinschale leicht nachweisbaren Elemente, mit den in der Piassave vorkommenden Kieselzellen[1]) überein. — Das Gewebe, welches die steinige Grundmasse der Schalen überdeckt, besteht aus dünnwandigen Sklerenchymzellen und zarten, zu Bündeln vereinigten Spiroiden. — Die innere Auskleidung der Steinschale setzt sich vorwiegend aus nicht stark verdickten, porösen, in verschiedenen Richtungen sich kreuzenden Faserzellen zusammen, zwischen welchen schmale Züge von Spiroidenbündeln streichen. — Die Asche der Coquillaschale besteht fast gänzlich aus den Kieselskeletten der oben genannten Zellchen. Selbe treten theils einzeln, theils in einfachen Reihen, theils in anderweitig geformten Gruppen auf.

Kalilauge isolirt alle Zellen der beiden Steinschalen-Sorten leicht und vollständig.

19. Vegetabilisches Elfenbein.

Hierunter versteht man das beinharte, homogene Sameneiweiss

---

1) S. oben p. 446.

der *Phytelephas makrokarpa*, einer Pandanee des tropischen Südamerikas. Die Pflanze wurde durch Ruiz und Pavon am Ende des vorigen Jahrhunderts bekannt. In den Heimatländern werden die Steinnüsse des Baumes seit alter Zeit zu verschiedenen Beinarbeiten benutzt. Der europäischen Industrie wurde dieser Rohstoff als vorzügliches Surrogat für Elfenbein zuerst wahrscheinlich im Jahre 1826 zugeführt[1]), und bildet gegenwärtig einen wichtigen Artikel des europäischen Handels. — Das vegetabilische Elfenbein erscheint im Handel auch unter den Namen: Elfenbeinnüsse, Steinnüsse (Wien), Tagnanüsse, Corusconüsse.

Phytelephas makrokarpa findet sich in Südamerika zwischen dem 9. Grade nördlicher und dem 8. Grade südlicher Breite und zwischen dem 70. und 79. Grade westlicher Länge. An den Ufern des Magdalenastromes, woselbst die Pflanze den Namen Tagua führt, tritt sie besonders massenhaft auf.

In der Frucht erscheinen in einem süssen, geniessbaren und zur Bereitung eines Getränkes dienlichen Fleische 6—7 Samen, deren Eiweiss anfänglich flüssig ist, später mandelartig weich wird und endlich zu einer beinharten, ausserordentlich homogenen, weisslichen, manchmal etwas lichtbräunlichen oder blassgrünlichen Masse erstarrt.

Die Samen sind eiförmig, kastanien- bis eigross, an zwei benachbarten Seiten etwas flachgedrückt, an der abgerundeten Fläche mit einem etwa centimeterbreiten Eindrucke versehen, hinter welchem eine kleine, warzenförmige Erhabenheit liegt. Der Same ist von einer matten, braunschwarzen Decke umgeben, welche eine Dicke von etwa 0.3—0.4 Millim. besitzt und der Hauptsache nach aus zwei Schichten besteht, aus einer äusseren, steinharten Gewebslage, welche sich aus senkrecht auf der Fläche der Samenhaut stehenden, palisadenförmigen, braunen, porösen Zellen zusammensetzt, und einer inneren, braunen, faserigen Schicht[2]). Der Samenschale haftet aussen eine flache, centimeterbreite, schwammige Scheibe an.

Die Samen liegen lose in der spröden Samenschale, von welcher man sie leicht befreien kann. Ihre Oberfläche, bräunlich in verschiedenen Nüançen, ist mit Resten der inneren Samenhaut bedeckt und zeigt in netzförmig vertheilten, vertieften Linien einen genauen Abdruck der Skulptur der Samenhaut. Sie bestehen der Hauptmasse nach aus dem dichten Sameneiweissgewebe. Der kleine Embryo liegt,

---

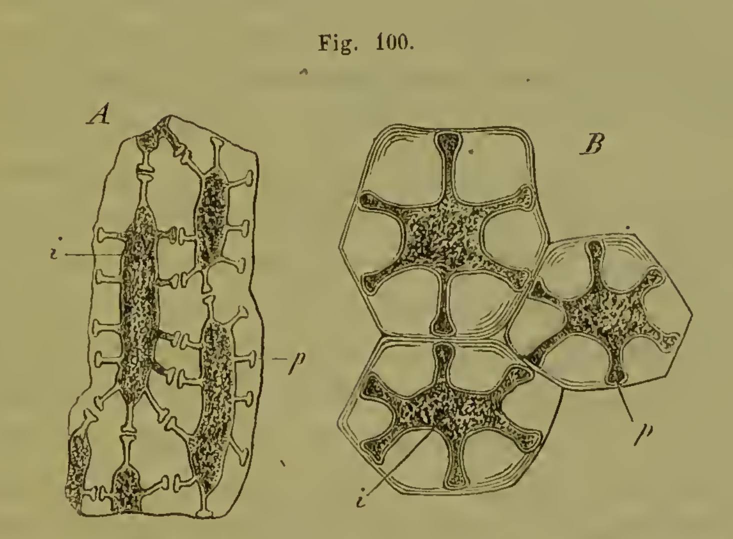
1) Seemann, Die Palmen. p. 224.

2) Ueber die anatomischen Verhältnisse der Samendecke und des Samens von *Phytelephas makrokarpa* hat Morren (Dodonæa, Recueil d'observ. de Botanique. I. 2. p. 74) ausführliche Mittheilungen gemacht.

der Peripherie des Samens genähert, in der Gegend der früher erwähnten Erhabenheit. Im Innern des Eiweisses befindet sich stets eine kleine Höhlung.

Die äussersten Lagen des Sameneiweisses bestehen aus kleinen, rundlichen, verdickten Parenchymzellen. Gegen die Mitte zu nehmen die Zellen bedeutend an Grösse zu, und strecken sich, senkrecht zur Peripherie des Samens beträchtlich in die Länge. Die mittlere Länge der Zellen beträgt dann etwa 0.25, der Querdurchmesser 0.063 Mm. Die sehr stark verdickte Zellwand ist von einzelnen einfachen, seltener gabelig verzweigten weiten, gegen die primäre Zellwand zu kolbig ausgedehnten Porencanälen durchsetzt. Präparirt man den Schnitt im Wasser, so erkennt man die Zellgrenze nicht, und es erscheint die Verdickungsmasse ungeschichtet. Fügt man zum Präparate Kalilauge, so treten die Contouren der Zellen scharf hervor, die Wände nehmen

Fig. 100.



Zellen aus dem Sameneiweiss der *Phytelephas makrokarpa*. *A* Vergr. 300. Zellen im Längsschnitt, in Wasser präparirt. *B* Vergr. 800. Querdurchschnittene Zellen nach Einwirkung von Kalilauge. *ii* Zellinhalt. *pp* Porencanäle.

Schichtung an, und die innerste, die Porencanäle auskleidende Zellwandschicht (tertiäre Membran) tritt mit grosser Schärfe, doppeltcontourirt, hervor. Die Wand der Zelle wird durch Jod und Schwefelsäure blau gefärbt. Im Zellinhalte tritt eine feinkörnige, graubräunliche Masse auf.

Das Sameneiweiss ist hart, beinahe so hart wie Elfenbein, lässt sich im trockenen Zustande mit Leichtigkeit drehen, aber nur schwer schneiden, leichter, wenn es durch mehrere Stunden in Wasser gelegen hat. Aber selbst nach 24stündigem Liegen in Wasser tritt keine weitere Erweichung des Gewebes ein. Wohl aber erweicht das Ge-

webe beim Keimen, wie leicht zu begreifen ist und von Hooker[1]) beobachtet wurde. „Eine mehrere Stunden andauernde Benetzung mit Wasser übt wohl keinen schädlichen Einfluss auf Dreharbeiten, welche aus diesem Stoff erzeugt wurden. — Die Steinnüsse sind schwerer als Wasser.

Das vegetabilische Elfenbein, welches sich nicht nur leicht mechanisch bearbeiten, sondern auch gut färben lässt, findet gegenwärtig eine ausgedehnte Anwendung zur Imitation von Elfenbeinarbeiten und im gefärbten Zusande zu Nachahmungen von Korallen und Türkisen.

---

1) Journ. of Botany. I. p. 211.

Neunzehnter Abschnitt.

Gallen.

Gallen sind bekanntlich krankhafte, an Blättern, Stengeln, Zweigen und anderen Pflanzentheilen zur Entwicklung gekommene Auswüchse, welche durch den Stich verschiedener, zumeist in die Familie der Gallwespen (Cynipiden) und Blattläuse (Aphiden) gehörigen Insecten an baum- oder strauchartigen, seltener an krautigen Gewächsen hervorgerufen werden.

Die gallenerzeugenden Insecten verursachen die Entstehung der Auswüchse in der Weise, dass die Weibchen mittelst ihrer Legstachel die Pflanzentheile verletzen und in der Stichwunde ein Ei deponiren. Die Entwicklung desselben zur fusslosen Larve und weiter bis zum völlig ausgebildeten Insect, scheint einen mächtigen Reiz auf die verletzten Zellpartien auszuüben. Die Elemente der letzteren sind alsbald in rascher Vermehrung begriffen und eine Zellenwucherung beginnt, welche so lange anwährt, bis der Larvenzustand des Insectes erreicht ist. Das von der Galle umschlossene Insect bohrt sich meist selbst ein Flugloch, durch das es entschlüpft, oder aber es besitzt die Galle, wie dies z. B. bei den Knoppern der Fall ist, eine natürliche Oeffnung, weit genug, um das Ausschlüpfen des Insectes zu ermöglichen.

Bestimmte *Cynips*- und *Aphis*-Arten legen ihre Eier meist nicht nur auf bestimmte Gewächse, sondern zumeist auch an bestimmte Organe und Organtheile derselben. Es resultiren auf diese Art Gallen von bestimmter Form und bestimmter innerer Organisation, welche für das den Auswuchs bedingende Insect characteristisch sind. Nach Mayr[1]) hat die Zerreiche *(Quercus Cerris L.)* bestimmte Gallen, welche

1) Gust. L. Mayr, Die mitteleuropäischen Eichengallen. Erste Hälfte. Wien 1870. p. 4 ff.

bis jetzt an keiner anderen Eichenart beobachtet wurden. Auch an *Q. pubescens Willd.* finden sich eigenthümliche Gallen vor. An den andern mitteleuropäischen Eichen erscheinen meist Gallen, deren Existenz nicht streng an eine bestimmte Eichenart geknüpft ist.

Um nur von den etwa 100 auf Eichen in Mitteleuropa vorkommenden Gallwespen-Arten zu sprechen, entstehen die Gallen, welche *Cynips quercus folii L.*, *C. Malpighii Fab.* hervorbringen, an Blättern, die von *C. gallæ tinctoriæ Oliv.* herrührenden, an jungen Zweigen. Aber selbst an Rinden *(C. corticis L.*, *C. conifica Koll.)*, Knospen *(C. glandulæ Htg.)*, Wurzeln *(C. radicis Fab.)*, in Blattachseln *(C. axillaris Htg.)*, im Innern junger Zweige *(C. macroptera Koll.)*, an Blüthenkätzchen *(C. amentorum Htg.)* und jungen Früchten *(C. calicis Bgsdf.)* entstehen diese Gebilde.

Die Gallen entwickeln sich stets nur an solchen Geweben, welche sich noch in zellbildender Thätigkeit befinden, also vorherrschend an ganz jungen in kräftiger Vegetation begriffenen Pflanzentheilen, und an Rinden nur dann, wenn die todte Aussenrinde verletzt und lebendes Rindenparenchym oder ein anderer noch in Zellvermehrung begriffener Antheil des Rindenkörpers blossgelegt ist.

Form und Grösse der Gallen sind bei verschiedenen Arten ausserordentlich verschieden. Runde, oft sehr genau kugelige, häufig mehr oder weniger runzelige oder höckerige Formen herrschen vor. Blasenförmig, meist in die Länge gezogen und höckerig, im Uebrigen höchst verschieden gestaltig, sind die bis 10 Centim. langen, chinesischen Gallen; stark plattgedrückt, linsenförmig, die bekannten, nur wenige Millim. breiten, an der Unterseite der Eichenblätter oft reichlich auftretenden Gallen von *Cynips Malpighii Fab.*; citronenförmig die sich auf *Quercus taurica Kotschy* bildenden Gallen (Sodomsäpfel); dick, kegelförmig, mit meist vorgebeugter Spitze und tief runzeliger Oberfläche die an verletzten Rinden sich entwickelnden Gallen von *C. conifica Koll.* Als eine blosse Anschwellung junger Zweigaxen erscheinen die durch den Stich von *C. macroptera Koll.* verursachten Auswüchse an Zerreichen. Höchst unregelmässig knäuelförmig sind die gleichfalls an Zerreichen entstehenden, filzig behaarten Gallen von *C. (Andricus) multiplicatus Gir.* Bekannt sind die grossen, aus dicht verworrenen, langen und vielfach verästelten Dornen gebildeten, apfelgrossen Gallen, welche *C. caput medusæ Htg.* an der Zerreiche hervorruft. Nur einen oder wenige Millim. dick sind die rundlichen, am freien Ende nierenförmig oder zweilappig gestalteten, an der Unterseite der Eichenblätter oft massenweise auftretenden Gallen von *C. (Biorhiza) renum Htg.* etc.

Alle Gallen sind hohl. Im Innern derselben treten entweder nur einzelne oder mehrere bis zahlreiche Hohlräume, welche den Insecten

zum Wohnorte dienen, auf. Ausserordentlich gross sind die Hohlräume der chinesischen Gallen, da die Wand derselben nur 1—2 Mm. dick ist. In der Regel sind die Hohlräume, selbst wenn sie einzeln auftreten, nur klein im Vergleiche zum Durchmesser der Gallen. Sind mehrere Höhlungen zur Beherbergung der Insecten vorhanden, wie z. B. bei den von *C. macroptera* hervorgerufenen Gallen, so sind sie nur klein und fast immer ziemlich regellos vertheilt.

Die Zahl der Fluglöcher an den Gallen hängt von der Zahl der Insecten ab, welche in einer Galle zur Entwicklung kommen. Manche Sorten käuflicher Gallen, nämlich solche, welche frühzeitig, noch vor dem Ausfliegen der Insecten, gesammelt wurden, sind undurchbohrt. Solche unverletzte Gallen sind besonders geschätzt.

Die Oberfläche der Gallen ist entweder glatt oder bietet besondere, oft höchst bezeichnende Gestaltverhältnisse dar. Die Gallen von *Cynips quercus folii*, *C. Kollari* sind glatt und kahl; höckerig und kahl die von *C. gallæ tinctoriæ Oliv.*, *C. hungarica Hart.*, *C. calicis Brgsdf.*, warzig und kahl die von *C. scutellaris Oliv.* herrührenden Gallen. Höckerig und mit feinem Flaum sind die chinesischen Galläpfel, reichlich mit Filz die Gallen von *C. (Andricus) multiplicatus* überzogen. Mit langen, kolbig endenden Stacheln dicht bedeckt erscheinen die Gallen von *C. lucida Koll.* Der dornigen Gallen von *C. caput medusæ* wurde schon früher gedacht. Es liessen sich noch manche andere, nicht minder bezeichnende Formen von Gallen aufzählen; sie mögen indess unerwähnt bleiben, da die käuflichen fast durchwegs rund und glatt, oder rundlich und höckerig sind[1].

Die Farbe bietet wenig Merkmale zur Unterscheidung der Gallenarten dar, namentlich deshalb, weil nicht selten eine und dieselbe Gallenart in verschiedenen Färbungen auftritt, wie z. B. die von *C. gallæ tinctoriæ* verursachten Gallen, deren Färbung von lichtgelb durch braun in ein schwärzliches Grün zieht. Indess benutzt man die Färbung der Sorten einer Gallenart manchmal als Kennzeichen ihrer Güte. Man hält beispielsweise die dunklen Sorten der letztgenannten Gallen für preiswürdiger als die lichten.

Das Gefüge der Gallen ist entweder schwammig, holzig oder hornartig. An manchen Gallen ist das Gefüge im Innern ein anderes als in den unter der Oberhaut gelegenen Partien. Je dichter, hornartiger eine Gallensorte ist, als desto besser gilt sie. Thatsache ist, dass alle

---

1) Eine sehr eingehende, durch vorzüglich ausgeführte Figuren erläuterte Darlegung der makroskopischen Kennzeichen der mitteleuropäischen Eichengallen enthält G. L. Mayr's oben genannte Schrift. Erste Hälfte, Wien 1870; zweite Hälfte, Wien 1871.

gerbstoffreichen Gallen ein dichtes Gefüge haben, schwer sind und im Wasser untersinken, dass hingegen alle schwammigen und stark holzigen Gallen arm an Gerbstoff sind.

In vielen Gallen findet sich ein, gewöhnlich aus sehr dichtem Gewebe bestehender Hohlkörper vor, welcher das Insect unmittelbar umgiebt; man bezeichnet denselben als Innengalle. Sehr schön ausgeprägte Innengallen finden sich beispielsweise in den Knoppern und in den von *Cynips hungarica Hart.* hervorgerufenen grossen Gallen vor. Manchen Gallen, wie z. B. den von *Cynips scutellaris* bewohnten, fehlt die Innengalle.

Ueber den anatomischen Bau der Gallen liegen bis jetzt nur wenige Angaben vor [1]). Die Ausbildungsweise der Gallen scheint zunächst von der histologischen Zusammensetzung jenes Pflanzentheils, auf welchem diese Auswüchse zur Entwicklung gelangen, abhängig zu sein. Die oft höchst merkwürdigen, unregelmässigen Formen der Zellen in diesen Gebilden, scheinen in der rapid erfolgenden Entwicklung ihren Grund zu haben. Alle drei Gewebsformen der Gefässpflanzen kommen in den Gallen vor. Das Hautgewebe ist stets durch eine Epidermis vertreten, der gewöhnlich Spaltöffnungen fehlen. Das Grundgewebe ist etweder blos parenchymatisch, oder theils parenchymatisch, theils sklerenchymatisch ausgebildet. Mit Ausnahme der im Innern von Zweigen entstehenden Gallen nimmt das Gefässbündel nur einen untergeordneten Antheil am Aufbaue der Gallen.

Es wird gewöhnlich angenommen, dass alle Gallen reich an Gerbstoff sind, wenngleich man sich darüber klar ist, dass nicht in allen Gallen der Gehalt an Gerbstoff ein so grosser ist, um selbe mit Vortheil in der Gerberei verwenden zu können. Ich habe mehrere, im Handel nicht vorkommende mitteleuropäische Eichengallen auf Gerbstoff geprüft, und gefunden, dass einige Arten existiren, welche nur kleine Gerbstoffmengen führen. Hierher gehören: die Gallen von *Cynips Malpighii Fab.*, von *C. (Biorhiza) renum Htg.*, von *C. macroptera Koll.* u. m. a. Unter den gewöhnlich nicht gesammelten Eichen-

---

1) Schenk, Ueber die chinesischen Galläpfel. Buchner's Repert. 3. Bd. V. p. 28 ff.

Flückiger, Ueber die Gallen, welche *Cynips gallæ tinctoriæ Oliv.* hervorruft und über chinesische Gallen. Pharmakognosie, p. 145 ff. A. Vogl (Commentar etc.) beschreibt ausser den beiden genannten Gallenarten auch die sog. Carobbe de Giudea.

Wiesner, Die technisch verwendeten Pflanzenstoffe Indiens, in: Fachmännische Berichte über die österr. Exped. nach Ostasien. Daselbst die mikroskopische Characteristik der auf *Rhus Kakrasinghee Royle*, auf *Tamarix furas* und auf *Pistacia vera L.* vorkommenden, im indischen Handel auftretenden Gallen.

gallen sind hingegen reich an Gerbstoff: die Gallen von *C. radicis Fab.*, *C. scutellaris Oliv.*, *C. terminalis Fab.*, *C. conifica Koll.*, *C. (Andricus) multiplicatus Gir.* u. v. a. — Es scheint nicht stets blos Galläpfelgerbsäure als Gerbstoff in den Gallen, ja selbst nicht blos eisenbläuender, sondern auch eisengrünender Gerbstoff in manchen Gallen vorzukommen. So kommt z. B. in der Epidermis der auf *Rhus Kakrasinghee Royle* auftretenden Gallen eisengrünender, im inneren Parenchym blos eisenbläuender Gerbstoff vor. Relativ reich an eisengrünendem, arm an eisenbläuendem Gerbstoff sind die Gallen von *C. renum Htg.*, *C. macroptera Koll.*, *C. scutellaris Oliv.*

Die wichtigsten im Handel vorkommenden Gallen sind:

Die kleinasiatischen Galläpfel, durch den Stich von *Cynips gallæ tinctoriæ Oliv.* veranlasst.

Die mitteleuropäischen Galläpfel (deutsche, französische, ungarische u. s. w.). Zweifellos verschiedener Abstammung; sehr häufig aus den Gallen von *C. Kollari Hart.* bestehend. Die sogenannten grossen ungarischen Gallen setzen sich aus den von *C. hungarica Hart.* hervorgerufenen Gallen zusammen.

Die bekannten von *Cynips calicis* angeregten Knoppern.

Die chinesischen Gallen. Auf einer in China und Japan einheimischen *Rhus*-Art, wahrscheinlich *R. semialata Murray* vorkommend, durch eine Blattlaus (Aphis chinensis Doubleday) veranlasst.

Ausserdem werden noch folgende Gallenarten hier abgehandelt werden:

Die auf *Pistacia Terebinthus L.* unter dem Namen Carobbe de Giudea im europäischen Handel vorkommenden Gallen.

Die im indischen Handel vorkommenden, auf *Rhus Kakrasinghee Royle*, *Tamarix Furas* und *Pistacia vera L.* auftretenden Gallen.

1. Kleinasiatische Galläpfel.

Diese Gallen, auch levantinische, Smyrnaer, Mossulische genannt, sind in Europa seit alter Zeit her bekannt. Ueber ihre Abstammung blieb man lange im Unklaren. Am Ende des vorigen Jahrhunderts betrachtete man sie als Auswüchse, entstanden an *Quercus Cerris L.* und *Q. Aegilops L.*[1]). — Die ersten genauen Angaben über Abstammung, Herkunft und Eigenschaften der kleinasiatischen Galläpfel verdanken wir Olivier[2]). Er entdeckte die in Kleinasien häufig vorkommende, stets strauchartig bleibende, immergrüne Galläpfeleiche,

---

1) Böhmer l. c.

2) G. A. Olivier, Voyage dans l'emp. Othom. etc. Paris 1801—1808. p. 64 ff.

Quercus infectoria Oliv., an deren jungen Zweigen die Gallen entstehen, hervorgerufen durch den Stich einer Gallwespe, welche er als *Cynips (Diplolepis) gallæ tinctoriæ Oliv.* (= *C. quercus infectoriæ Nees*) zuerst beschrieb. Er machte auch darauf aufmerksam, dass die aus der Gegend von Mossul und Tocat kommenden Gallen geringer sind als die von Aleppo, Smyrna, Magnesia, Karahisser, Diarbekir und dem Inneren von Anatolien. Auch wies Olivier zuerst darauf hin, dass undurchbohrte Galläpfel werthvoller sind als durchbohrte.

Die aus Istrien kommenden Galläpfel haben mit den kleinasiatischen die Abstammung gemein.

Nach neueren Forschungen entwickelt sich die von *Cynips gallæ tinctoriæ* herrührende Galle nicht nur auf *Quercus infectoria*, sondern (in Mitteleuropa) auch auf *Quercus pubescens Willd.* und *sessiliflora Sm.* [1]).

Diese Galläpfel sind kugelig, nach unten zu in einen kurzen Stiel verschmälert, an der oberen Seite reichlich mit stumpfen, heller gefärbten Höckern versehen, 1.5—2.5 Cent. im Durchmesser haltend. Europäische Gallen von *Cynips gallæ tinctoriæ* sind kleiner; sie messen 1—1.5 Cent. im Durchmesser. Die kleinasiatischen Gallen sind verschieden gefärbt, blassgelb, bräunlich bis schwärzlichgrün. Die dunkel gefärbten Sorten gelten als die gerbstoffreichsten. Das etwa 3 Millim. weite Flugloch liegt entweder im grössten Querschnitt der Galle oder unterhalb desselben. Auf frischem Bruche erscheint die Galle lichtgelblich bis hellbräunlich; stets heller als die Aussenfläche. Die periphere Partie zeigt ein homogenes Aussehen. Mehr nach innen zu macht sich ein strahliges Gefüge bemerklich. Im Innern liegt die 5—7 Millim. weite, rundliche, mit harter, glatter Schale versehene, braune Innengalle, welche das Insect beherbergt. Die Substanz dieser Galläpfel ist dicht, fast hornartig schneidbar, jedoch etwas spröde und sinkt im Wasser unter. Geruch ist nicht wahrnehmbar, wohl aber ein intensiver, zusammenziehender Geschmack.

Die Oberhaut der kleinasiatischen Gallen besteht aus platten, gestreckten, etwa 0.04 Millim. langen Zellen. Spaltöffnungen und Haare habe ich daran nicht aufgefunden. Die Hauptmasse dieser Galle bildet ein parenchymatisches Grundgewebe, welches sich aus weiten, etwa 0.099 Millim. im Durchmesser haltenden, dünnwandigen Parenchymzellen zusammensetzt, als deren Inhalt fester, glasig brechender Gerbstoff, Farbstoff und etwas Stärke auftreten. Gegen die Epidermis zu nehmen die Parenchymzellen an Volum ab und erscheinen hier im Sinne der Oberhaut stark in die Länge gestreckt. Die Gefäss-

1) Mayr l. c. 1. p. 15.

bündel treten vom Stiele aus in den Körper der Galle ein und gehen durch das Parenchym in zahlreichen, sehr feinen Strängen bis nahe zur Oberhaut. Sie bestehen aus überaus feinen Spiralgefässen und zarten Cambiumzellen. — Die früher genannte strahlige, die Innengalle umgebende Partie ist nicht anders als das übrige Grundgewebe gebaut, nur sind daselbst die Zellen mehr oder weniger stark radial gestreckt. Auch erreicht hier zweifelsohne die Gerbstoffmenge ihr Maximum, indem daselbst, abgesehen von einzelnen Zellen, welche Stärkekörnchen oder Krystalle von oxalsaurem Kalk führen, alle übrigen mit festen Gerbstoffklumpen erfüllt sind. — Die Schale der Innengalle setzt sich aus Sklerenchymzellen zusammen. Innerhalb der Schale findet man Zellfragmente und Stärkekörnchen.

Die kleinasiatischen Galläpfel sind unter den westasiatischen und europäischen Sorten die an Galläpfelgerbsäure (Tannin) reichsten. Der Gerbstoffgehalt steigt bei ihnen bis auf 60 Proc. und darüber [1]. Ausserdem enthalten sie die beiden Spaltungsproducte dieser Gerbsäure, nämlich Gallussäure und Zucker, ferner einen pectinartigen Körper, welcher die Spaltung der Gerbsäure in die beiden genannten chemischen Individuen im Gallapfel bedingen soll, endlich Ellagsäure ($Є_{14}H_6Θ_8$) einen Farbstoff, Gummi, ätherisches Oel, Harz, Eiweisskörper, Cellulose und Mineralbestandtheile, vorwiegend Kalkverbindungen [2].

Im Handel erscheinen zumeist die grossen, bestäubt aussehenden mossul'schen und die Galläpfel von Aleppo. Aus dem kleinasiatischen Rohstoff werden die kleinsten herausgelesen und kommen als Soriangalläpfel von Triest aus auf den Markt. Als beste Sorte gilt gegenwärtig die mit dem Namen »Jerli« belegte. Es sind dies kleine, dunkle, undurchbohrte Gallen, welche frühzeitig von den Aesten abgenommen werden.

2. Gallen von *Cynips Kollari Hart.*

Die Galle kommt an jungen Trieben von *Quercus sessiliflora Sm.* und *pubescens Willd.*, nach Mayr auch an *Q. infectoria Oliv.* vor [3]. Die deutschen, französischen und kleinen ungarischen Galläpfel bestehen wohl meist aus diesen Auswüchsen.

Die Galle ist ziemlich genau kugelig, aussen hellbraun, innen lichtbräunlich, misst 1—2.5 Centimeter im Diameter und besitzt ein schwammiges Gefüge, so dass sie sich leicht durchschneiden lässt.

---

1) Nach W. Tod (Archiv der Pharmacie. Bd. 84. p. 9 ff.) enthalten die Gallen von *Cynips tinctoria* 31.9—63.3 Proc. Gerbsäure.

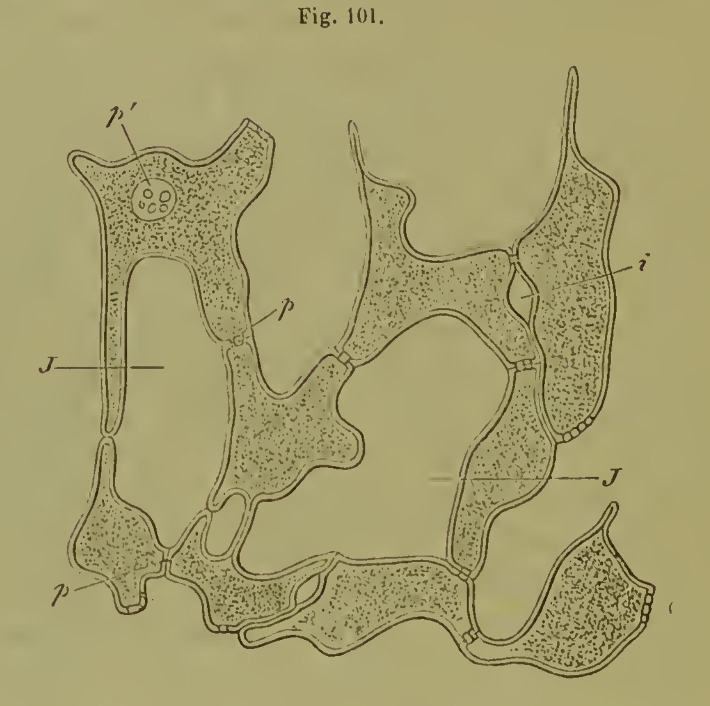
2) Rochleder, Chemie und Physiologie der Pflanzen. p. 77.

3) l. c. 1. p. 16.

Die Oberfläche dieses Auswuchses ist kahl und meist glatt, und nur hin und wieder mit kurzen zickzack- oder astförmigen Furchen und kleinen Gruben versehen. Selten ist diese Galle, ähnlich wie der kleinasiatische Gallapfel, mit Höckern versehen. Querdurchschnitten lässt sie in den äusseren Partien ein homogenes, in den inneren ein radial faseriges Gefüge erkennen. Die faserige Partie schliesst nach innen zu mit einer elliptischen, harten Schicht ab. Eine gesonderte Innengalle ist aber an diesem Auswuchs nicht anzutreffen. Die Längsaxe des Hohlraums misst etwa 7, die Queraxe 5 Millim.

Die Oberhaut besteht aus platten, polygonalen, ungleich grossen und verschieden gestalteten Zellen, deren mittlere Länge etwa 0.034

Fig. 101.



Vergr. 300. Eine Partie aus dem Parenchym der Galle von *Cynips Kollari*. *J i* Intercellularräume. *p* Poren der Zellwände von der Seite, *p'* von der Fläche gesehen.

Millim. beträgt. Darunter liegt ein aus nur wenig plattgedrückten, dicht aneinander liegenden Zellen bestehendes Gewebe. Die Elemente desselben erreichen im Mittel eine Länge von 0.09 Millim. Nach innen zu erweitern sich diese Parenchymzellen immer mehr, nehmen höchst unregelmässige Formen an, und lassen zwischen sich zahlreiche luftführende Intercellularräume frei. Die Parenchymzellen erreichen hier häufig einen Durchmesser von 0.27 Millim. Die radialfaserige Schicht setzt sich aus faserigen Sklerenchymzellen zusammen. Diese Gewebsschicht endet nach innen zu in kurze, ebenfalls sehr dickwandige, mit rothbraunen, kugeligen Massen erfüllte Zellen, welche die harte Innenschale der Gallen bilden.

Die Zellen des Parenchyms sind porös, enthalten reichlich eisenbläuenden Gerbstoff und etwas Stärke. In der Oberhaut scheint kein anderer als eisengrünender Gerbstoff vorhanden zu sein. Die Gerbstoffmenge dieser Gallen beträgt etwa 25—30 Proc. Die Gefässbündel sind ähnlich so wie die der vorhergehenden Galle gebaut und angeordnet.

3. Gallen von *Cynips hungarica Hart.*

Diese Gallen sind unter dem Namen grosse ungarische Galläpfel bekannt. Es sind die grössten bis jetzt in Mitteleuropa beobachteten, durch Gallwespen hervorgerufenen Gallen. Sie haben einen kugeligen Hauptumriss, einen Durchmesser von 1.5—3.5 Centim.; ihre kahle, graue bis braune Oberfläche ist mit zahlreichen stumpfen bis spitzen und kantigen Erhabenheiten versehen. An manchen Gallen grenzen sich die Erhabenheiten polygonal ab, an anderen verlängern sich dieselben gegen die Basis zu rippenförmig. Die etwa millimeterbreiten Fluglöcher kommen zahlreich und an verschiedenen Stellen der Oberfläche vor. — Im Querdurchschnitt erblickt man eine unregelmässig geformte Höhlung, in welcher sich, mit einem kurzen Stiele befestigt, die sehr regelmässig elliptische, etwa 7 Millim. lange Innengalle befindet. Das innere Gewebe der Galle ist leicht schneidbar, schwammförmig, tiefbraun.

Die Oberhaut besteht aus kleinen, platten, polygonal begrenzten, etwas in die Länge gestreckten, meist 0.022—0.045 Millim. langen Zellen, zwischen welchen, jedoch äusserst spärlich, Spaltöffnungen auftreten. Haare fehlen dieser Oberhaut völlig. Einzelne Oberhautzellen führen einen blutrothen, anscheinend homogenen, festen Inhalt. — Das Parenchym besteht aus polyedrischen, jedoch sehr verschieden grossen und verschieden gestalteten Zellen, zwischen welchen hier und dort kleine Intercellularräume auftreten. — Das Gefässbündel bietet nichts Auffälliges dar. — Die dichte Wand der Innengalle besteht aus kleinen Sklerenchymzellen.

In der Oberhaut tritt eisengrünender, im Parenchym ein Gemenge von eisenbläuendem und eisengrünendem Gerbstoff auf. Stärke ist im Parenchym, und zwar in der Nähe des Gefässbündels, nur spärlich vorhanden.

Diese Galle ist bis jetzt nur auf *Quercus pedunculata Ehrh.* beobachtet worden. Sie fällt im Herbste von den Zweigen ab.

4. Knoppern.

Dieses für Oesterreich sehr wichtige und hier zuerst und seit Langem benutzte[1]) Gerbmaterial besteht aus Gallen, welche sich vorzugsweise an *Quercus pedunculata Ehr.*, seltener an *Q sessiliflora Sm.* vorfinden, und durch den Stich der *Cynips calicis Burgsdf.* in die junge Frucht hervorgerufen werden. Die Gallwespe schiebt das Ei zwischen den Becher und den hervorwachsenden Fruchtknoten ein. Die Galle hat anfänglich eine scheibenförmige oder verkehrt-kegelförmige Gestalt; später rundet sie sich aus und treibt eine Menge von radial gestellten, flügelförmigen Fortsätzen. Im herangewachsenen Zustande ist sie 1.5—2.5 Cent. lang, tiefbraun, stellenweise gelblich oder schwärzlich gefärbt. An jeder Knopper erscheint die Frucht in mehr oder weniger stark verkümmerten Zustande. Gewöhnlich ist aber sowohl der Becher als die Eichel erkennbar. In jedem Auswuchs er-

Fig. 102.



Vergr. 250. Tangentialschnitt durch das lockere (äussere) Parenchym der Knoppern. *pp'* Poren der Zellwand, *ii* Intercellularräume.

scheinen zwei durch eine Querwand geschiedene Kammern. In der unteren liegt lose die höchst regelmässig eiförmige, an einem Ende offene Innengalle. Die Längsaxe derselben misst 6—7, die Queraxe 4—5, der Durchmesser der genau kreisförmigen Oeffnung 2—3 Millim. Sehr characteristisch ist das am oberen Ende der Knopper erscheinende, natürliche Flugloch. Damit die Gallwespe durch diese Oeffnung entschlüpfen kann, muss sie die Innengalle und die Querwand durchbrechen, was im Februar oder März geschieht[2]).

Die äussere Partie der Knoppernwand besitzt eine lichtbräunliche Färbung und ein etwas lockereres Gefüge als die innere, tief braun bis schwärzlich gefärbte.

---

1) Böhmer l. c.

2) Die ersten genauen Beobachtungen über die Knoppern gab Burgsdorff in den Schriften der Berliner Gesellschaft naturforschender Freunde. Bd. IV.

Die wohl stets haar- und spaltöffnungslose Oberhaut besteht aus platten, höchst unregelmässigen, polygonal begrenzten, nicht selten gebogenen Zellen mit farblosen Wänden und braunem, körnigen Inhalt. — Die Parenchymzellen sind höchst unregelmässig gestaltet und anscheinend ganz gesetzlos angeordnet. Kleine Intercellularräume sind reichlich vorhanden und liegen nicht nur an der Vereinigungsstelle von 3—4 Parenchymzellen, sondern hier und dort auch zwischen zwei aneinanderstossenden Zellwänden. Die Zellwände sind reichlich mit groben Poren besetzt. Die in der Nähe der Oberhaut liegenden Parenchymzellen sind beträchtlich kleiner als die tiefer unten gelegenen. Gegen die Innengrenze der Wand zu nehmen die Parenchymzellen an Grösse ab, hingegen die Zellwanddicken beträchtlich zu und hierdurch wird der hornartige Character dieser Partie der Knoppernwand bedingt. — Die Gefässbündel, kaum anders gebaut als die in den kleinasiatischen Galläpfeln vorkommenden reichen bis in die Nähe der Oberhaut.

Sowohl in der Oberhaut als im Parenchym tritt eisenbläuender Gerbstoff auf. Stärke ist in letzterem Gewebe nur in geringer Menge vorhanden.

5. Chinesische Gallen.

Dieser billige und ausserordentlich gerbstoffreiche Rohstoff bildet etwa seit der Mitte dieses Jahrhunderts einen wichtigen Gegenstand des europäischen Handels. Die erste verlässliche Nachricht über diese merkwürdigen Gebilde gab Geoffroy im Jahre 1724. Aber erst im Jahre 1846, als die ersten Zufuhren dieses Gerbmaterials nach Europa gelangten, wurde diese Galle von Guibourt[1]) genauer untersucht, und diesem Forscher ist auch die erste genauere Beschreibung derselben zu danken. Einen schätzenswerthen Beitrag zur Kenntniss der chinesischen Gallen hat Schlechtendal[2]) geliefert. Er war der erste, welcher, gestützt auf Angaben in Kämpfer's Amoenitates exoticæ, vermuthete, dass diese Auswüchse auf einer Sumachart entstehen, und zwar stellte er die Hypothese auf, dass *Rhus chinensis Mill.* die Stammpflanze der genannten Gallen sei. Die genauesten Untersuchungen über die Abstammung und sowohl über die makroskopischen als über die bis dahin fast ganz unberücksichtigt gebliebenen

1) Revue scientifique etc. 1846. Hier auch Geoffroy's Angaben über diesen Gegenstand.

2) Botan. Zeitung 1850. Nr. 1. Daselbst auch der Hinweis, dass auch Oken die chinesischen Gallen bereits erwähnte.

mikroskopischen Kennzeichen gab Schenk in der oben genannten Abhandlung.

Schenk hat zunächst den Beweis geliefert, dass die chinesischen Gallen in der That von einer *Rhus*-Art abstammen. Er untersuchte die in der Handelswaare nie fehlenden Blattstielfragmente und fand, dass selbe in anatomischer Beziehung sehr genau mit Stielen von Sumachblättern, und zwar am genauesten mit den Blattstielen von *Rhus semialata Murray var β Osbeckii*, einem in China und Japan verbreiteten Baume übereinstimmen. Den Blattstielen von *R. chinensis Mill.* gleichen die in der Handelswaare vorkommenden Stiele nicht. Da nun in histologischer Beziehung sich eine gewisse Aehnlichkeit zwischen dem Gewebe der Gallen und der Blattstiele ergab, indem in beiden Milchsaftschläuche (Schenk sagt Milchsaftgänge) vorkommen, so schliesst der genannte Forscher, dass die Blattstiele und die Gallen von demselben Baume herrühren, und leitet demzufolge die chinesischen Gallen von *Rhus semialata Murray* ab. Schenk erklärt seine Herleitung keineswegs für eine völlig sichere[1]. Directe Beobachtungen über die Abstammung dieser Gallen sind mir nicht bekannt geworden. Die wohl in allen neueren waarenkundlichen und technologischen Schriften angeführte, als völlig zweifellos hingestellte Herleitung der chinesischen Gallen von *Rhus semialata*, halte ich nicht für berechtigt.

Die chinesischen Gallen entstehen an den Blättern und Blattstielen der Stammpflanze durch den Stich einer Blattlaus, *Aphis chinensis Doubl.* Sie haben die Form von meist in die Länge gezogenen, zugespitzten, höckerigen, häufig verschieden gekrümmten und eingedrückten Blasen.

Viele dieser höchst wechselvoll gestalteten Gebilde erinnern in der Form an die bekannte Wassernuss (Frucht von *Trapa natans L.*). Die Wand der Blasen ist hornartig, brüchig, etwa blos 2 Millim. dick. Es treten deshalb in diesen Gallen, welche eine Länge bis 10 und eine Breite von 4 Centim. erreichen, grosse Höhlungen auf. Manche Gallen sind indess stark zusammengefallen und weisen stellenweise sehr stark verschmälerte, hin und wieder sogar nur ausserordentlich enge Hohlräume auf. Die Oberfläche der Gallen ist mit einem feinen, sammetartigen Haarüberzug versehen, welcher ihr ein mattes Aussehen und eine graue Farbe verleiht. Wo der Haarfilz abgerieben ist erscheint die äussere Wand bräunlich und etwas glänzend. Gegen den Grund zu ist die Galle eingeschnürt und längsstreifig. In Wasser erweicht die im trocknen Zustande braune, schellackartige, harte und spröde Masse

1) l. c. Separatabdruck. p. 20 und 21.

der Wand zu einer weisslichen, dicken, biegsamen Masse, welche sich leicht schneiden lässt. Diese Gallen sind so stärkereich, dass sie im verkleinerten Zusande mit Wasser geschüttelt, letzteres milchartig trüben.

Die chinesischen Gallen sind nicht blos einfach getrocknete Sammelproducte. Schenk wurde durch die im verkleisterten Zustande in den Parenchymzellen vorhandenen Stärkekörnchen auf die gewiss berechtigte Annahme geführt, dass diese Gallen vor der Trocknung einer höheren Temperatur ausgesetzt, wahrscheinlich abgebrüht werden.

Die Oberhaut dieser Gallen besteht aus kleinen, platten Zellen, von welchen dicht gedrängt stehende, kegelförmige, am Grunde etwas eingeschnürte, 0.09—0.16 lange, 0.013 Millim. dicke Haare ausgehen, welche, mit Kalilauge behandelt, eine intensiv goldgelbe Färbung annehmen. Unter der Oberhaut liegt ein zartes stärke- und gerbstoffführendes Parenchym, dessen Zellen gegen die Mitte der Gallenwand an Grösse zu-, und gegen die Innengrenze zu an Grösse abnehmen. Die grössten Parenchymzellen erreichen einen Durchmesser von 0.072, manchmal sogar von 0.090 Millim. Die der Innengrenze der Gallenwand zugewendeten Zellen sind stark tangential abgeplattet. Die Parenchymzellen treten am deutlichsten hervor, wenn sie mit Kalilauge behandelt werden. Sie nehmen hierbei anfänglich eine rosenrothe, später eine gelbliche Farbe an. Die Gefässbündel durchziehen das Grundgewebe der Galle vorwiegend in zu den Grenzflächen der Wand parallelen Zügen und nähern sich in ihrem Verlaufe stellenweise sehr der inneren Grenzfläche des Gallenkörpers. Sie bestehen aus 0.009 — 0.019 Millim. weiten Spiralgefässen, Cambiumzellen und weiten, etwas unregelmässigen Milchsaftschläuchen, welche mit einer farblosen, opaken und amorphen Substanz erfüllt sind.

Nach Stein's[1]) Untersuchungen enthalten die chinesischen Gallen:

Galläpfelgerbsäure	69.139	Proc.
Andere Gerbstoffe	4.000	»
Grünes verseifbares Fett	0.972	»
Stärkemehl	8.196	»
Cellulose	4.898	»
Wasser	12.960	»

Nach Buchner[2]), welcher auch einen harzartigen Körper in diesem Rohstoff auffand, erhebt sich der Gehalt an Gerbsäure auf 77 Proc.

---

1) Polytechn. Centralblatt. 1849. p. 237.

2) Ebendaselbst. 1851. p. 999.

Die chinesischen Gallen kommen aus China (nach Debeaux in bester Qualität aus den Provinzen Schansi und Kuangtong), ferner aus Japan in den Handel.

6. Carobbe de Giudea[1]).

Diese gerbstoffreichen, indess bis jetzt nicht technisch benutzten Gallen entstehen an verschiedenen Theilen der *Pistacia Terbinthus L.*, einem strauch- oder baumartigen Gewächse aus der Familie der Terebinthineen, welches im Süden Europas und in Kleinasien häufig vorkommt. Das Insect, welches diese Auswüchse hervorruft, ist eine Blattlaus, *Aphis Pistaciæ L.* Die meisten und grössten dieser Gallen entstehen an den Terminalknospen. Sie besitzen die Gestalt einer Hülse, sind oben zugespitzt, unten verschmälert, mehr oder weniger stark zusammengedrückt; ihre Aussenfläche ist der Länge nach gerippt, frisch grün und häufig mit röthlichem Anflug versehen, kleberig, von balsamischem Geruche; in getrocknetem Zustande hingegen hart und spröde, klaffend, und schwärzlich gefärbt. Die Wand ist kaum mehr als millimeterdick.

Sie bestehen aus einem Parenchym, dessen Zellen mit festem, eisenbläuendem Gerbstoff gefüllt sind, und zwei ziemlich nahe an einander stehenden Gefässbündelkreisen. An jedem Gefässbündel lässt sich ein Bast- und ein Holztheil unterscheiden. In ersterem erscheinen Balsamgänge; letzterer besteht aus strahlig angeordneten, dickwandigen Holzzellen und wenigen engen Spiralgefässen.

Diese Gallen enthalten 60 Proc. Gerbstoff, etwa 15 Proc. Gallussäure, 4 Proc. Harz und ätherisches Oel.

7. Kakdasinghi[2]).

Dieser in den Bazaren Bombays feilgebotene Gerbstoff besteht aus Gallen, welche auf den Blättern der in Indien vorkommenden *Rhus Kakrasinghee Royle* durch den Stich einer *Aphis*-Art hervorgerufen werden. Diese in Bezug auf Gerbstoffmenge vielleicht selbst gegen die chinesischen Gallen nicht viel zurückstehenden Auswüchse haben ein so characteristisches Aussehen, dass sie nicht leicht mit anderen Rohstoffen verwechselt werden können. Aehnlich den chinesischen Gallen sind sie mit weiter Höhlung versehen. Sie sind entweder einfach oder 2—4lappig. Jeder Lappen oder die einfache Galle ist stark plattgedrückt, meist langgestreckt und zugespitzt, etwa 1—3 Cent.

---

1) Nach A. Vogl l. c. p. 390.

2) Ueber diese und die beiden folgenden Gallen s. Wiesner l. c. p. 311 ff.

lang, 1—1.5 Cent. breit und 4—6 Millim. dick, der Länge nach gerunzelt, kahl, aussen gelbgrün, stellenweise oft lebhaft grün, innen bräunlich. Die Wände dieser Gallen sind 1—1.4 Millim. dick, von hornartiger Consistenz; im Wasser erweichen sie und werden lederartig, wobei ihre Dicke sich verdoppelt bis verdreifacht und die Runzeln verschwinden. Fluglöcher kommen nur spärlich vor. Im Wasser sinken diese Gallen unter.

Die aus höchst unregelmässig geformten und verschieden grossen Zellen bestehende Oberhaut ist reich an Spaltöffnungen (50 pr. □Mm.), ein bis jetzt an Gallen noch nicht beobachteter Fall. In den Oberhautzellen tritt ein eisengrünender Gerbstoff auf. In dem aussen klein-, innen grosszelligen Parenchym tritt ein Farbstoff und reichlich eisenbläuender Gerbstoff auf. Stärke ist nur in der Nähe des Gefässbündels nachweisbar. Im Parenchym liegen 1—3 Gefässbündelzonen, in deren Gewebssträngen ich weder Harzgänge noch Milchsaftgefässe auffinden konnte.

8. Gul-i-pista.

Dieses Gerbmaterial gelangt aus Persien in den indischen Handel und besteht aus den sich auf *Pistacia vera L.* ausbildenden Gallen. Im trockenen Zustande sind sie gelblich, mit einem röthlichen Anfluge, birnförmig, oben zugespitzt, 6—20 Millim. lang. Die hornige Wand erreicht eine Dicke von 0.6—1 Millim. und ist aussen und innen der Länge nach geadert.

Anatomisch unterscheidet sich diese Galle wenig von den oben besprochenen Carobben. Die Oberhaut und das unmittelbar darunterliegende Parenchym führen eisengrünenden, das übrige Grundgewebe eisenbläuenden Gerbstoff. Auch diese Gallen sind harzreich.

9. Padwûs.

Mit diesem Namen belegt man in Indien die daselbst gesammelten, auf *Tamarix Furas* vorkommenden Gallen. Selbe sind erbsen- bis nussgross, von erdigem Ansehen und knollen- oder nierenförmiger Gestalt. Ihre Oberfläche ist völlig glanzlos, lichtbräunlich, stellenweise röthlich oder gelb. Die äusseren Partien sind etwas dichter als die inneren; aber keineswegs hornartig, vielmehr erdig. Im Innern dieser Gallen treten zahlreiche Höhlungen und an der Oberfläche meist viele — etwa 0.6 Millim. weite — Fluglöcher auf. Die Oberhaut führt eisengrünenden, das Parenchym eisenbläuenden Gerbstoff.

Zwanzigster Abschnitt.

Lagerpflanzen.

(Algen, Flechten und Pilze).

1. Caragheen.

Diese Alge, auch irländisches Moos, Perlmoos genannt, ist den Bewohnern der nordatlantischen Küsten als Nahrungsmittel lange bekannt. Im Anfange der dreissiger Jahre wurde sie in Europa Handelsartikel, fand aber anfänglich nur eine medicinische Benutzung. Jetzt wird sie aber in weit grösseren Mengen industriell verwendet, indem man die aus diesem Rohstoff dargestellte Gallerte (Caragheenschleim) zum Klären des Bieres und anderer Genussmittel, als Farbengrund für Marmorpapiere, zum Appretiren von Geweben und zur Bereitung einer Weberschlichte anwendet.

Zum grösseren Theile besteht das Caragheen aus *Chondrus crispus Lyngb.* (= *Ch. polymorphus Lamour.* = *Fucus crispus L.* = *Sphærococcus crispus Agh.*), zum geringeren Theile aus *Mastocarpus mamillosus Kütz.* (= *Chondrus mamillosus Grev.* = *Sphærococcus mamillosus Agh.*), Algen aus der Familie der Florideen, welche an den Felsen der nordatlantischen Küsten in Massen vorkommen. Durch die heftigen Bewegungen des Meeres werden diese Algen von ihrer steinigen Unterlage losgelöst und an's Land getrieben. An den West- und Nordküsten Irlands, an den südwestlichen Küsten Schottlands werden sie in grosser Menge gesammelt und in den europäischen Handel gebracht. Nordamerika bezieht sein Caragheen von Massachusetts.

Frisch aus dem Meere kommend sind beide Algen gallertartig, gelblich, mit starker Neigung in's Violette oder Grüne, gefärbt. Trocken ist das Lager knorpelig, nur wenig durchscheinend, gelblich bis bräunlich, manchmal stellenweise weisslich, riemenförmig, vielfach verästelt, an den Enden dichotomisch getheilt.

Chondrus crispus ist mehr geschätzt als *Mastocarpus mamillosus*. Gewöhnlich treten in der Waare beide Algen auf. Ihre Unterscheidung gelingt ohne Schwierigkeit. — Erstere erreicht eine Länge bis 20 Cent. Die Breite des Lagers steigt bis 10 Millim. Aeste flach, am Rande häufig gekraust oder doch wellig gekrümmt. Früchte (Cystocarpien) im Körper des Lagers eingeschlossen, an der Oberseite des letzteren etwas sphärisch erhaben, an der Unterseite vertieft erscheinend. — *Mastocarpus mamillosus* erreicht blos eine Länge von 5 Cent. Das stets rinnenförmig eingekrümmte, ganzrandige, im Vergleiche zur vorhergehenden Alge nur schmale Lager, trägt deutliche, oft stark vorspringende, halbkugelige, eiförmige, selbst keulenförmige oder gar gestielte Cystocarpien. — Gewöhnlich sind die in der Waare vorkommenden Algen unfruchtbar, oder tragen nur spärlich Früchte.

Das Gewebe des Lagers beider Algen besteht aus rundlichen Zellen, welche von der Peripherie nach dem Innern hin an Grösse zunehmen. Die der lichtbräunlichen Rinde angehörigen Zellen sind rundlich, die das Mark zusammensetzenden parallel zur Axe des Lagers gestreckt, doch keineswegs noch als fasrig zu bezeichnen. Im Wasser quellen die Wände aller Zellen, die des Markes stärker als die der Rinde. Die äusseren Zellwände verfliessen alsbald, während die inneren, unter Annahme deutlicher Schichtung dem Wasser viel länger Widerstand leisten. Der Inhalt aller Zellen ist feinkörnig. Durch Jodlösung wird der Inhalt der Rindenzellen goldgelb, der der Markzellen violett gefärbt.

Nach Herberger[1]) enthält Caragheen *(Chondrus crispus)*: Schleim, zwei Harze, etwas Fett und Mineralbestandtheile, darunter weder Jod noch Brom. Grosse will diese beiden Körper im Caragheen aufgefunden haben[2]). Die Angabe Blondeau's[3]), dass der Caragheenschleim 21 Proc. Stickstoff enhalte, wurde durch Flückiger und L. Obermaier[4]) gründlich widerlegt. Die Genannten wiesen im Caragheen blos etwa 1 Proc. Stickstoff, hingegen 16 Proc. Mineralbestandtheile nach, und zeigten ferner, dass der weder in Kupferoxydammoniak lösliche, noch durch Jod und Schwefelsäure sich bläuende, durch Salpetersäure in Schleimsäure übergehende Caragheenschleim in Wasser zu einer neutralen Flüssigkeit sich auflöst, in welcher keine in Wasser lösliche Gummiart nachweisbar ist.

1) Buchner's Repertorium. 49. p. 134.
2) Rochleder, Chemie und Physiologie der Pflanzen. p. 94.
3) Journ. de Pharm. et de Chim. 1865. p. 160.
4) Schweizerische Wochenschrift für Pharmacie. 1868. Nr. 13. p. 85 ff.

2. Farbflechten.

Die Kunst, mit gewissen Flechten violett zu färben, übten schon die alten Griechen aus[1]. Zweifellos waren es einige, jetzt noch zur Bereitung von Orseille dienende Flechtenarten, wahrscheinlich *Roccella tinctoria DC.*, *R. phycopsis Ach.* und *R. fuciformis Ach.*, welche dort zu dem genannten Zwecke dienten[2]. Viel später erst gelang es, aus den Flechten einen besonderen Farbstoff (Orseille) abzuscheiden, der für sich Handelsgegenstand wurde, und zum Färben von Zeugen diente. Erst im vierzehnten Jahrhundert wurde dieser Körper in Florenz dargestellt, und seine Erzeugung, die nach Beckmann wahrscheinlich eine levantinische Erfindung ist, dort lange geheim gehalten. Italien versorgte damals das übrige Europa mit Orseille. Einen bedeutenden Aufschwung erfuhr der Handel mit Orseille in der Mitte des achtzehnten Jahrhunderts, als die grossen Massen von Farbflechten, welche die Küsten der canarischen und capverdischen Inseln bedecken, der europäischen Industrie dienstbar gemacht wurden.

Nachdem es bekannt wurde, dass sich aus an sich fast ungefärbten oder nur wenig und matt gefärbten Flechten sehr lebhafte Farben darstellen lassen, wurden vielfache Versuche gemacht, zahlreiche, bis dahin unbenutzt gebliebene Flechten in die Farbwaarenbereitung einzuführen. So bereitete man im vorigen Jahrhundert, und auch jetzt noch in der Auvergne aus *Lecanora parella Ach.*, in Schweden aus *L. tartarca Ach.* Orseille und ähnliche Farbwaaren.

Die Zahl der Flechten, welche für die Färberei vorgeschlagen wurden, ist eine sehr grosse geworden. Es hat sogar den Anschein, als würde man aus den meisten Flechten entweder rothe und violette, oder blaue, schliesslich orange und gelbe Farben darstellen können. Es wäre deshalb wohl überflüssig, alle jene Flechtenarten hier aufzuzählen, welche als Rohstoffe für die Färberei bis jetzt in Vorschlag gebracht wurden[3]; und es dürfte wohl genügen, hier blos jene Species

---

1) Beckmann, Geschichte der Erfindungen I. p. 334 ff.

2) Nach Heldreich, Die Nutzpflanzen Griechenlands p. 1 kommen die zwei erstgenannten Flechtenarten auf Santorin und Rhodus vor, werden aber gegenwärtig dort nicht für den Handel gesammelt, überhaupt nicht zum Färben verwendet. Nach Beckmann (l. c. p. 337) hat es den Anschein, als würden im vorigen Jahrhunderte auf den griechischen Inseln noch Farbflechten gesammelt worden sein.

3) Sehr vollständige Zusammenstellungen der Farbflechten gaben: Dillenius, Historia muscorum. 1741. p. 128 ff.; Westring, Neue schwed. Abhandlungen. XII. p. 114 ff. (s. auch Böhmer l. c. II. p. 215 ff.); W. Lindsay, The Dieying Properites of Lichens. Edinburgh 1853—55; W. Gümbel, Die neue Färbeflechte *Lecanora ventosa Ach.* in: Denkschriften der kaiserl. Akad. d. Wiss. XI. 1856. p. 23 ff.

hervorzuheben, welche thatsächlich, wenn auch gerade nicht stets in grosser Menge, zur Farbengewinnung dienen.

Roccella tinctoria DC.[1]) (= *Lichen roccella L.* = *Parmelia roccella Ach.*). Canarische Inseln, Senegambien, Cap der guten Hoffnung, Ostindien, Süd- und Centralamerika (Chili, Valparaiso), seltener im Inselgebiete des Mittelmeeres[2]).

R. phycopsis Ach. (= *R. tinctoria Tul.*). Westküsten des mittleren Europas, Küstengebiet des Mittelmeeres und des Orients; auch auf den canarischen Inseln, Ascension, Madagascar und in Peru.

R. fuciformis Ach. (= *Lichen fuciformis L.* = *Parmelia fuciformis Ach.*). Westküsten Europas, Mittelmeerküsten bis Kleinasien, canarische Inseln, West- und Südafrika, Mauritius, Süd- und Centralamerika, auch in Peru.

R. Montagnei Bél. Angola, Madagascar, Ostindien, Java. Nach Guibourt auch auf Réunion.

R. flaccida Bory. Guibourt (Histoire des drogues etc. VI. éd. II. p. 62) hält die Farbflechte von Valparaiso für diese Species, welche jedoch nur eine Form von *R. t. DC.* zu sein scheint.

Lecanora parella Ach. (= *Parmelia parella Schaer.* = *Ochrolechia parella Massal*). Auvergne, auch in Deutschland nicht selten. Dient in der Auvergne zur Orseillegewinnung.

L. tartarea Ach. (= *Lichen tart. L.* = *Ochrolechia tart. Massal*). Nordgebiet Europas und Amerikas. Auch in Deutschland nicht selten. Dient in Schweden und wahrscheinlich auch in Canada zur Bereitung des Persio.

Evernia sp., *Parmelia sp.*, *Umbilicaria sp.* und *Gyrophora vellea Ach.* scheinen jetzt noch in Schweden als Farbflechten zu dienen[3]).

Pertusaria communis Fries. Nach A. Vogl wird im Rhöngebirge aus dieser Flechte Lacmus bereitet[4]).

Die Handelssorten der Farbflechten sind häufig Gemenge mehrer *Roccella*-Species. So fand Guibourt in der Orseilleflechte von Madeira *Roccella tinctoria* und *fuciformis*, in der Waare von Mogador

---

1) Die Flechten, deren Namen in obenstehender Zusammenfassung mit gesperrter Schrift gedruckt sind, haben für die Industrie Bedeutung, und werden im Folgenden ausführlicher abgehandelt werden. Die aufgeführten Roccellen sind auch als solche Handelsgegenstand.

2) Standortsangaben der Roccellen nach Nylander's unten genanntem Werke p. 258 ff.

3) Waren wenigstens unter den schwedischen Sammelproducten als Rohmaterialien zum Färben in Paris (1867) ausgestellt. Offic. österr. Bericht. V. p. 490.

4) Rupp's Arbeit über die Orseillflechte der Rhön (Würzburg 1840) war mir leider nicht zugänglich.

R. tinctoria und *phycopsis*. In der von Zanzibar abstammenden Farbflechte, welche in den Bazaren von Bombay angetroffen wird, fand ich auf: *R. tinct.*, *R. fucif.* und eine dritte Species, die sich nicht genau bestimmen liess, wahrscheinlich aber der Art *R. phycopsis* angehörte.

R. tinctoria und *R. phycopsis* liefern den meisten Farbstoff, weshalb die hauptsächlich aus diesen Flechten bestehenden Waaren (herbe de Canaries und Capvert-Moos) am gesuchtesten sind.

Morphologische Eigenthümlichkeiten der wichtigsten Farbflechten (Roccellen, Lecanoren, Evernien, Parmelien, Umbilicarien und Pertusarien). Das Vegetationsorgan der Flechten, der Thallus, erscheint bekanntlich in drei verschiedenen Formen, nämlich strauchartig (Roccellen, Evernien), laubförmig (Parmelien) oder krustenförmig (Lecanoren, Umbilicarien und Pertusarien). Der laubartige Typus unterscheidet sich von dem krustenförmigen nur dadurch,

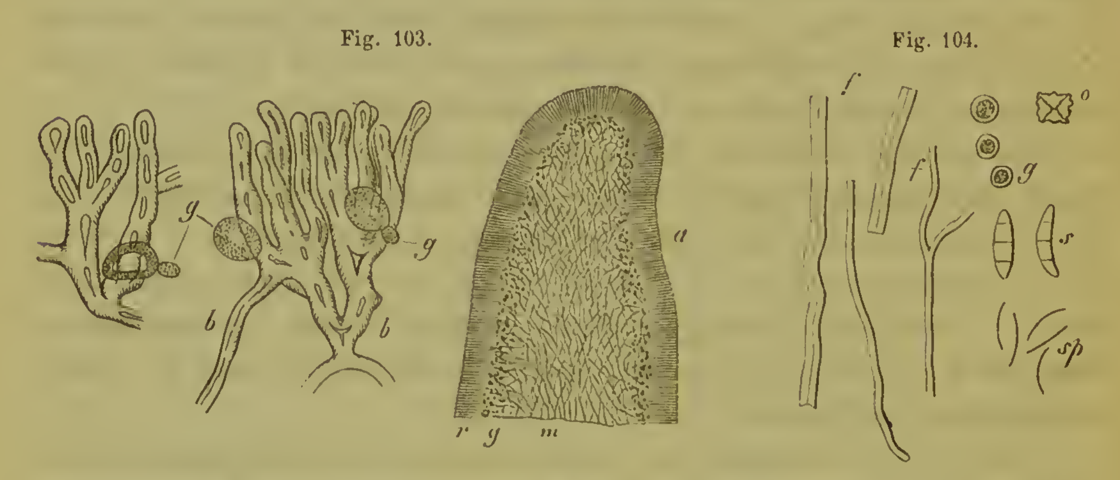


Fig. 103.

a Vergr. Contour : 90, Details etwas stärker. Längsschnitt durch die Thallusspitze von *Roccella fuciformis*. *r* Rinde, *g* Gonidien, *m* Mark. *b* Vergr. 390. Rindenfasern vom Lager der *Roccella fuciformis* nach Vorbehandlung mit Ammoniak. *g* Gonidien. (Nach De Bary).

Fig. 104.

Vergr. 300. Formbestandtheile einer aus *Roccella tinctoria* bereiteten Orsoille. *f* Fasern, *g* Gonidien, *s* Sporen, *sp* Spermatien, *o* corrodirter Krystall von oxalsaurem Kalk.

dass beim erstern das Lager nur mit einem Theil seiner Unterseite dem Substrate angeheftet ist, bei dem letztern sich diesem mit der ganzen Unterseite dicht anschmiegt. Der Thallus setzt sich stets aus drei Schichten zusammen, welche als Rinden-, Gonidien- und Markschicht bezeichnet werden. An den freien Flächen des Flechtenkörpers tritt ausnahmslos eine Rindenschicht auf. Flächen hingegen, mit denen die Flechten dem Substrate anhaften, sind nicht selten unberindet (Parmelien). Solche Flechten sitzen mit dem Markkörper, von dem dann stellenweise Haftfasern (Rhizinen) ausgehen, der Unterlage auf. Die Rindenschicht besteht aus dickwandigen, ästigen Faserzellen, die entweder ein dichtes Geflecht bilden, oder, wie dies den Roccellen allein

eigenthümlich ist[1]), kleine Lücken zwischen sich frei lassen. Die Wand der Zellen zeigt entweder die Reaction der Cellulose oder wird schon durch Jodlösung allein blau gefärbt. Im engen Lumen der Zellen liegt eine feinkörnige, wie es scheint fettreiche Protoplasmamasse; aussen haften, bei allen genannten Gattungen, gewöhnlich stark corrodirte, octaëderähnliche Krystalle von oxalsaurem Kalk. Grosse Mengen dieses Salzes finden sich in den Lücken des Markes von *Lecanora tartarea* ebenso in der Rinde der Pertusarien, wo die Krystalle theils der Membran eingefügt sind, theils an ihr haften[2]). Die Markschicht besteht, wie die Rindenschicht aus ästigen, dickwandigen Fasern; ihr Gefüge ist aber stets lockerer als das der Rinde. Die Gonidienschicht setzt sich aus kleinen, rundlichen Zellen zusammen, deren Wände die Cellulosereactionen zeigen und in deren Inhalt gewöhnlich eine grüne Substanz auftritt, welche meist ein dem Chlorophyll ähnliches Verhalten darbietet. In den Gonidien der Roccellen findet sich ein gelblich grüner Inhalt, der relativ grosse Mengen des Chromogens dieser Flechten zu enthalten scheint. — Als Fructificationsorgane erscheinen an allen Flechten Apothecien (Sporenlager, sog. Früchte) und Spermogonien. Erstere sind schon mit freiem Auge sichtbar und bestehen aus Schläuchen, in denen die ein- (Lecanoren, Evernien, Parmelien und Pertusarien) oder mehrzelligen (Roccellen, Umbilicarien) Sporen enthalten sind. Zwischen den Schläuchen liegen feine Fäden (Paraphysen). Die Spermogonien sind entweder mit der Loupe oder erst mit dem Mikroskop deutlich sichtbar und führen als Inhalt feine, meist bacterienartig geformte Körperchen (Spermatien).

Nicht unerwähnt darf gelassen werden, dass am Thallus vieler Flechten sog. Soredien als mehlige Bestäubung auftreten, Zellenhäufchen, deren Elemente mit den Gonidien vieles gemein haben, der Fortpflanzung dienen und an manchen Individuen dieser Flechten, die dann weder Apothecien noch Spermogonien führen, in solchen Massen auftreten, dass der Flechtenkörper ein ganz eigenartiges Gepräge an sich trägt. Man hat diese soredienreichen Flechten früher als selbständige Flechtenformen unter dem Namen Variolarien zusammengefasst. Einige solcher Variolarienformen (z. B. *Variolaria orcina Ach.*, Form von *Lecanora parella*) werden auch gesammelt und dienen hin und wieder, z. B. in der Auvergne und in den Pyrenäen[3]), zur Orseillegewinnung.

---

1) De Bary, Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomiceten. p. 245.

2) De Bary l. c. p. 256.

3) Guibourt l. c. p. 62. Lichen blanc der Pyrenäen ist *Variolaria dealbata DC.*

Chemische Beschaffenheit der Farbflechten. Die Farbstoffe der Farbflechten kommen in deren Geweben nicht fertig, sondern blos vorgebildet vor. Eingehende Untersuchungen, die namentlich Schenk[1]), Strecker[2]), Stenhouse[3]) und Hesse[4]) zu danken sind, haben gelehrt, dass in verschiedenen Farbflechten verschiedene Chromogene auftreten, welche den Character von Säuren tragen, und die erst mittelbar in den Farbstoff der Flechtenfarben übergehen. Die wichtigsten dieser Säuren sind: die Lecanorsäure ($C_{16}H_{14}O_7$), in *Roccella*-Arten, wahrscheinlich in *R. tinct. DC.* und *phycopsis*, aufgefunden, die Parellsäure ($C_9H_6O_4$), in *Lecanora parella* beobachtet, die Erythrinsäure ($C_{20}H_{22}O_{10}$), aus der Valparaisoflechte (angeblich *Roc. fucif.*; wahrscheinlicher indess *R. tinct. DC.*), die Roccellsäure ($C_{17}H_{32}O_4$) aus einer nicht genau botanisch bestimmten *Roccella* (angeblich *R. tinct. Ach.*) dargestellt. Sowohl bei der trockenen Destillation als bei der Behandlung mit Alkalien oder alkalischen Erden entsteht aus den genannten farblosen, krystallisirbaren Säuren durch Spaltung Orcin ($C_7H_8O_2$), ein an sich farbloser, in Wasser leicht löslicher, krystallisirbarer Körper, der aber bei Zutritt von Sauerstoff und Ammoniak in Orceïn ($C_7H_2NO_3$) übergeht, eine braune, amorphe Substanz, welche sich in Ammoniak mit violetter, in Alkalien mit purpurner Farbe löst, und den wesentlichen Bestandtheil der Orseille ausmacht. Nach Kane[5]) soll der wesentliche Bestandtheil des Lacmus das Azolitmin sein, ein amorpher, braunrother Körper von der Formel $C_7H_7NO_4$. — Ob nicht auch Orcin in den Flechten schon fertig gebildet vorkommt, was nach den Färbungen, welche manche Flechten an der Luft annehmen, wahrscheinlich ist, bleibt noch genauer festzustellen.

Die Farbflechten enthalten ausser den genannten Säuren noch die gewöhnlichen Flechtenbestandtheile: Cellulose, Lichenin, Zucker, Gummi, etwas Fett, Harz, Wachs und Eiweisskörper, einen dem Chlorophyll gleichen, oder vielleicht nur ähnlichen Körper (Thallochlor)[6]), oxalsauren und (z. B. *Lecanora ventosa Ach.*) weinsauren Kalk[7]).

Characteristik der Flechtenarten, welche in den käuflichen Farbflechten auftreten. Die zur Darstellung von Farben dienenden Roccellen lassen sich schon makroskopisch mit

1) Ann. der Chem. und Pharm. Bd. 41, 54, 61.
2) Ebendaselbst Bd. 68.
3) Ebendaselbst Bd. 68.
4) Ebendaselbst Bd. 117 und Bd. 139.
5) Ebendaselbst Bd. 39.
6) Knop und Schnedermann, Ann. der Chem. und Pharm. 55. p. 154.
7) Vgl. Rochleder, Chem. und Physiol. der Pflanzen. p. 94 ff.

einiger Sicherheit von einander unterscheiden. Zur genauen Bestimmung ist jedoch das Mikroskop erforderlich.

Mit freiem Auge erkennt man Form und Grösse, Oberflächenbeschaffenheit und Farbe des Thallus, ebenso die Apothecien. Den Bau der letzteren und jenen der kaum mit der Loupe deutlich unterscheidbaren Spermogonien, sowie Sporen und Spermatien kann man erst mit dem Mikroskop erkennen.

Der Thallus von *Roccella tinctoria DC.* ist fast durchgängig blos dichotomisch verästelt. Die Aeste, 1—3, selten bis 8 Millim. im Durchmesser haltend, besitzen eine stielrunde, häufig mehr oder minder stark abgeplattete Form. Die Länge des Thallus steigt bis auf 20 und 30 Centimeter. Der stets opake, stellenweise etwas mehlartig bestäubte Thallus ist anfänglich weisslich oder gelblich gefärbt. Bei längerer Aufbewahrung nimmt er eine dunklere, an den Zweigenden manchmal fast schwärzliche Färbung an, welche wohl dadurch hervorgerufen wurde, dass ein Theil des Chromogens sich in den Orseillefarbstoff umsetzte. — Die Breite der meist vereinzelt auftretenden Apothecien beträgt beiläufig 1 Millim. Die bei allen Roccellen spindelförmig gestalteten, vierzelligen Sporen haben nach Nylander[1]) eine Länge von 0.014—0.022 und eine Dicke von 0.004—0.006 Millim. Die 0.1 Millim. breiten Spermogonien enthalten sanft gekrümmte, 0.013—0.016 Millim. lange und 0.001 Millim. dicke Spermatien.

Roccella phycopsis Ach. Thallus reich verästelt, selten über 6 Centim. lang. Aeste stielrund, mehr oder weniger abgeplattet, 1—4 Millim. dick; anfänglich weisslich oder lichtbräunlich, später bräunlich, stellenweise fast schwärzlich werdend, stets opak, häufig mit Soredien überstäubt. Die wohl stets nur spärlich vorhandenen Apothecien erreichen blos eine Breite von 0.5 Millim. An der von den Mittelmeerküsten herrührenden Form fehlen die Apothecien gänzlich. Die Sporen sind 0.012—0.016 Millim. lang, 0.003—0.004 Mm. breit. Spermogonien und Spermatien wie bei der Vorhergehenden.

Roccella fuciformis Ach. Der aus platten, 1—6 Mm. breiten, fast riemenförmigen Stücken zusammengesetzte Thallus ist reichlich verästelt, weisslich oder grünlichweiss, nach längerer Aufbewahrung stellenweise lichtbräunlich gefärbt, und erreicht eine Länge von 10 bis 20 Centim. Am Rande des hier und dort mehlig bestäubten Thallus stehen die 1—2 Millim. breiten Apothecien. Unfruchtbare Individuen sind nicht selten. Die Sporen besitzen eine Länge von

1) *Synopsis methodica Lichenum.* Paris 1860. I. p. 258. Auch die folgenden Angaben über die Dimensionen der Sporen und Spermatien sind derselben Quelle entnommen.

0.020—0.030, und eine Dicke von 0.004—0.006 Millim. Die bogig gekrümmten Spermatien sind 0.012—0.015 Millim. lang und 0.0005 Millim. dick.

R. Montagnei Bél. Der Thallus ist entweder einfach oder nur wenig verästelt, in letzterem Falle nicht selten dichotomisch. Die Breite der Aeste ist selbst im Bereiche eines einzigen Zweiges höchst veränderlich und schwankt hierselbst nicht selten zwischen 1—6 Mm. Die Länge des stets sehr stark gestreckten Thallus steigt bis auf 30 Centim. Aeste bandartig, ungemein dünn, nicht selten um die Axe gedreht, gleichfarbig lichtgelb, etwas in's Isabellgelbe geneigt. Apothecien randständig, senkrecht auf die Fläche des Thallus scheibenförmig ausgebreitet 1—1.5 Millim. breit, schwärzlich. Die Länge der Sporen beträgt 0.026—0.032 Millim., die Dicke 0.004—0.005 Millim. Die Spermatien stimmen mit denen der vorherbeschriebenen *Roccella* überein. Der Thallus ändert selbst bei lange währender Aufbewahrung nicht merklich seine Farbe.

Verwendung der Farbflechten. Die Farbflechten dienen zur Darstellung der Orseille, des Persio, des Lackmus, in neuerer Zeit zur Bereitung des Orseilleextracts, der echten Orseille und des französischen Purpurs, Präparate, die alle in der Färberei Verwendung finden [1].

Die Orseille wurde früher durch Einwirkung von faulendem Harn auf die oben genannten Roccellen und späteren Zusatz von Aetzkalk dargestellt. In neuerer Zeit hat man das Verfahren dahin verbessert, dass man die zerkleinerten Flechten zuerst mit verdünnter Sodalösung auskocht und später der Einwirkung von Luft und wässerigem Ammoniak überlässt. — Die käufliche Orseille bildet eine teigige oder trocken zusammengebackene, dunkelviolette Masse, welche im Mikroskope die Fasern der Rinden- und Markschicht, die Spermatien und Gonidien im wohlerhaltenen Zustande erkennen lässt. Alle genannten Bestandtheile sind gefärbt, besonders intensiv die sehr wohlerhaltenen Gonidien. Auch stark corrodirte Krystalle von oxalsaurem Kalk sind hin und wieder darin zu bemerken. — Der Persio (Cudbear), in Schottland, England, Schweden und Nordamerika (vorzugsweise in Canada) aus Lecanoren dargestellt, bildet ein feines, violettes Pulver, welches sich nur durch die Mehlform von der Orseille unterscheidet und durch Vermahlen und späteres Beuteln aus getrockneter, orseilleähnlicher Masse bereitet wurde. Auch mikroskopisch ist der Persio von der Orseille nicht zu unterscheiden. — Orseilleextract ist eine violette Flüssigkeit oder ein structurloses, festes, der Hauptmasse nach

1) S. Bolley, Die chemische Technologie der Spinnfasern. p. 138 ff.

aus Orceïn bestehendes, entweder durch Extraction der Orseille oder direct aus den Flechten nach vervollkommneten Verfahren dargestelltes Product. — Sogenannte echte Orseille wird aus käuflicher Orseille durch Fällung des Orceïns durch zinnsaures Ammoniak erhalten. — Der französische Purpur ist entweder eine aus Flechten direct dargestellte, ammoniakalische Orceïnlösung, oder ein hieraus durch Chlorcalium gefällter Kalklack. — Ob Lackmus, bekanntlich eine holländische Erfindung[1]), sich aus allen zur Orseillebereitung tauglichen Flechten darstellen lässt, ist noch nicht erwiesen[2]). Er scheint ausschliesslich aus den oben genannten Lecanoren bereitet zu werden, und zwar in der Weise, dass die durch Einwirkung von Ammoniak aus den zerkleinerten Flechten sich bildende orseilleartige Masse mit Potasche, Alaun und Kalk gemengt wird, wobei sie in eine blaue, durch Säuren sich röthende Substanz übergeht. Der käufliche Lackmus ist stets ein Gemenge von blauem Flechtenfarbstoff und Kreide oder Gyps.

3. Isländische Flechte.

Die isländische Flechte (*Cetraria islandica Ach.* = *Lichen islandicus L.* = *Physica islandica DC.*), häufiger isländisches Moos genannt, ist bekanntlich das zur Darstellung von Lichenin verwendete Rohmaterial; sie findet aber sonst noch als medicamentöse Substanz und in hochnordischen Gegenden als Nahrungsmittel Verwendung.

Die Flechte kommt massenweise in den Ebenen der hochnordischen Gegenden und in vielen gebirgigen Ländern der gemässigten Zone vor, und gelangt von den verschiedensten Theilen der Erde (Schweden, Spanien, Deutschland, Oesterreich etc.; sehr geschätzte Waare kommt aus dem Fichtel- und Riesengebirge, in Niederösterreich vom Schneeberg) in den Handel.

Das Lager der *Cetraria islandica* ist strauchartig, bis 15 Centim. lang; es besteht aus platten, am Rande eingekrümmten und bewimperten, gelappten, häufig krausen, sich dichotomisch vertheilenden Aesten. Frisch und feucht ist die Flechte olivengrün, eingetrocknet braun in verschiedenen Sättigungsgraden. Die dem Lichte zugewendete Partie des Lagers ist stets dunkler als die entgegengesetzte Seite gefärbt. Die

1) Beckmann l. c. I. p. 350.

2) Nach Gümbel's Untersuchungen lässt sich aus *Lecanora ventosa* sowohl Lackmus als Orseille bereiten, und zwar scheint ersterer aus den Apothecien, letztere aus dem Thallus hervorzugehen.

im Handel erscheinende Flechte ist fast immer unfruchtbar[1]; nur selten findet man an derselben die grossen, tiefbraunen Apothecien. Hingegen ist es nicht schwer, mit dem Mikroskop die am Rande des Lagers auftretenden Spermagonien und die darin auftretenden, etwa 0.006 Millim. langen, bacterinartigen Spermatien ausfindig zu machen. Die Sporen sind länglich elliptisch, 0.007—0.014 Millim. lang und 0.005—0.006 Millim. breit.

Geruch ist an dieser Flechte nicht zu bemerken, wohl aber ein schleimiger, bitterer Geschmack. In kaltes Wasser getaucht quillt sie nach einiger Zeit auf, noch stärker bei Einwirkung von kochendem Wasser, wobei das in den Zellmembranen enthaltene Lichenin in Lösung geht.

Im Innern des Laubes erscheint ein aus ästigen Zellfäden bestehendes Mark, dessen nach aussen gekehrte Zellenden Gonidien von grüner Farbe abscheiden. Nach aussen ist das Lager durch ein dichtes Geflecht von Fasern (Rinde) abgegrenzt, dessen periphere Partien bräunlich gefärbt sind. Die Fasern der Rinde und des Markes werden durch Jodlösung violett oder bläulich, auf Zusatz von Schwefelsäure intensiv blau gefärbt. Die Zellwände der Gonidien nehmen meist erst nach Behandlung mit Jod und Schwefelsäure eine blaue Färbung an. Die äussere, schon von Natur aus tingirte Schicht der Rinde wird durch diese beiden Reagentien bräunlich gefärbt.

Diese Flechte enthält Lichenin (70 Proc.), welches bekanntlich durch Jod ähnlich so wie die Stärke gebläut wird und die Formel der letzteren besitzt, eine in Wasser quellbare Gummiart, Zucker, einen dem Chlorophyll nahestehenden Körper, nämlich das oben genannte Thallochlor, ein verseifbares Fett, in welchem eine eigenthümliche Fettsäure, die Lichenstearinsäure[2]), entdeckt wurde, die in Wasser schwer lösliche, den bitteren Geschmack der Flechte bedingende Cetrarsäure[3]) ($C_{18}H_{16}O_{8}$), und Fumarsäure[4]).

Die Menge des hygroskopischen Wassers beträgt 11, die Asche 1.5—3 Procent.

In der aus den österreichischen Alpenländern in den Wiener Handel kommenden Waare finden sich regelmässig noch andere *Cetra-*

1) Die im Handel häufig vorkommende Form *C. i. var. crispa Ach.* ist stets unfruchtbar.

2) Knop und Schnedermann, Annalen der Chemie und Pharmacie. 55. p. 149 und 159.

3) Herberger ebendaselbst. 21. p. 137. Knop und Schnedermann ebendaselbst. 54. p. 143 und 55. p. 144.

4) Schädler, Ann. der Pharm. 17. p. 87. S. auch Rochleder, Chemie und Physiol. der Pflanzen. p. 96.

rien (*glauca Ach.* und *nivalis Ach.*) vor, welche sich durch die Färbung ihrer Lager (*glauca* ist graugrün, *nivalis* strohgelb) leicht von *C. islandica* unterscheiden lassen.

4. Hefe.

Unter Hefe im Allgemeinen versteht man alle jene mikroskopischen, durchwegs in die Classe der Pilze gehörigen Organismen, welche bei Gährungen betheiligt sind, und für die wohl als gewiss angenommen werden dürfte, dass durch ihren Assimilationsprocess die Gährungsproducte entstehen. Man unterscheidet eine Alkohol-, Essig-, Milchsäure-, Buttersäurehefe u. s. w. Wir haben hier blos die Alkoholhefe im Auge, welche in drei Formen im Handel erscheint, nämlich als Branntweinhefe (Presshefe), Bier- und Weinmosthefe.

Alle drei genannten Hefearten haben das gemeinsame, dass sie aus einzelnen, rundlichen Zellen oder kleinen Ketten rundlicher, gleichwerthiger Zellen bestehen, welche sich während der Gährung in den zuckerhaltigen Flüssigkeiten durch Sprossung vermehren. Der Gährungspilz (Hefe) des Branntweins ist von jenem des Biers morphologisch nicht zu unterscheiden. In chemischer Beziehung stimmen beide nicht völlig mit einander überein; es ist beispielsweise die Presshefe fettreicher als die Bierhefe. Ob sie als Organismen derselben Art angesehen werden können, ist ziemlich wahrscheinlich, aber noch keineswegs mit Bestimmtheit nachgewiesen worden. Hingegen ist die Weinmosthefe von den beiden anderen Arten der Alkoholhefe wohl specifisch verschieden.

Keine der drei Hefearten kann spontan in den gährenden Flüssigkeiten entstehen. Alle gehen aus Organismen derselben Art, möglicherweise auch aus den Sporen anderer ähnlicher Organismen (Schimmelpilze), welche aus der Atmosphäre in die gährenden Flüssigkeiten hineingerathen, hervor.

Es ist hier nicht der Ort auszuführen, in welcher Weise die Fermentorganismen beim Gährungsprocesse betheiligt sind. Aber nicht überflüssig dürfte es sein darauf hinzudeuten, dass bestimmte, während der Entwicklung der Hefe in ihr entstehende chemische Individuen die Spaltung des Zuckers in die Gährungsproducte hervorrufen. Tode Hefe vermag nur eine kleine Menge von Zucker in Alkohol, Kohlensäure etc. überzuführen; lebende, in Neubildung begriffene hingegen, unter der Voraussetzung, dass alle Bedingungen für die Hefeentwicklung vorhanden sind, eine unbegrenzte Zuckermenge[1]).

---

1) S. M. Manassein in Wiesner, Untersuchungen aus dem Laboratorium etc. p. 116 ff.

Ueber die morphologischen Verhältnisse der Bier- und Branntweinhefe sind wir genau unterrichtet; die Abstammung dieser Hefearten scheint hingegen noch nicht völlig sicher gestellt zu sein. Nach einer älteren Ansicht, welche eine grosse Verbreitung fand, ist die Bier- und Branntweinhefe ein selbständiger Organismus (*Saccharomyces cerevisiae* Meyen), der keine andere Fortpflanzungsweise aufweisen soll, als die in gährenden Flüssigkeiten so leicht zu beobachtende Sprossung (Knospenbildung). In neuerer Zeit ist mehrfach behauptet worden, dass die Alkoholhefe als Abkömmling von Schimmelpilzen, namentlich von *Penicillium glaucum* und *Mucor mucedo* anzusehen ist, deren Sporen unter den Bedingungen der Schimmelbildung zu Schimmelpilzen, in gährungsfähigen Flüssigkeiten zu Hefe werden sollen. Man ist sogar so weit gegangen, anzunehmen, dass die Sporen aller jener Pilze, die man Schimmelpilze nennt, zu Hefe werden können. Wenn nun wohl auch nicht bestritten werden kann, dass die Sporen von *Mucor mucedo* die Fähigkeit haben sich in Alkoholhefe umzuwandeln, so ist es doch im höchsten Grade unwahrscheinlich, dass alles das, was man Alkoholhefe nennt, dieser Abstammung ist. Dass Hefezellen auch aus andern Schimmelpilzen hervorgehen können, ist durch neuere Untersuchungen höchst unwahrscheinlich geworden. In neuerer Zeit ist von Reess behauptet worden, dass die Hefe ein eigenartiger Organismus ist, welcher ausser der Fortpflanzung durch Knospung noch einer anderen Vermehrungsweise unterworfen ist, nämlich auf feuchten Substraten (gekochte Kartoffel, Möhren u. s. w.) in seinem Innern durch freie Zellbildung einige neue Zellen bildet, welche in zuckerhaltigen Flüssigkeiten durch Sprossung zu gewöhnlicher Hefe werden sollen [1]. Hiernach würde der Alkoholgährungspilz zu den *Ascomyceten* zu stellen sein. Die Ueberführung der Bierhefe in die Ascusform soll keine Schwierigkeiten machen. Hingegen gelang es Reess nicht, in dem in einer Art Weinmosthefe vorkommenden *Saccharomyces apiculatus* Reess in die genannte Fructificationsform umzuwandeln. Meine Versuche mit frischer Presshefe haben insofern kein befriedigendes Resultat ergeben, als sich neben der Ausbildung von Schimmelpilzen unter Hunderten von Hefezellen eine fand, welche in der That Tochterzellen in der für die Bierhefe von Reess beschriebenen Weise bildete. Sollte die Branntweinhefe von der Bierhefe specifisch verschieden sein? Wie man sieht ist die Frage der Abstammung der Hefe noch nicht gelöst [2].

---

1) Reess, Botanische Untersuchungen über die Alkoholgährungspilze. Leipzig 1870.

2) Hallier's Behauptung, Hefe gehe aus seinem »Micrococcos« hervor, wurde mehrseits gründlich widerlegt. Als ich den von H. behaupteten Zusammenhang

Presshefe. Es ist dies die reinste der im Handel vorkommenden Hefearten und entsteht bei einer Art Branntweingährung, bei welcher man darauf bedacht ist, möglichst viel Hefe zu erzeugen. Der Branntwein ist hierbei nur Nebenproduct. In vollkommenster Weise wird die Presshefe in Wien (besonders in dem berühmten Mautner'schen Etablissement, dessen Producte auch nach Paris, Petersburg und Constantinopel exportirt werden), erzeugt. Die Fabricationsmethode wird geheim gehalten. Als Rohmaterial dienen Gerstenmalz, Roggen und Mais. Als Gährungserreger dient Presshefe.

Die Presshefe ist eine weissliche, teigige, angenehm riechende Masse, welche der Hauptmasse nach aus frischen, fortpflanzungsfähigen Hefenzellen besteht. Die Zellen der Presshefe sind elliptisch, besitzen eine zarte elastische Membran und ein feinkörniges, an jungen Zellen etwas hyalines Plasma. Zellkerne sind nicht vorhanden. Im Plasma treten 1—2, selten 3 grosse kugelige Flüssigkeitsmassen — sogenannte Vacuolen — auf, welche im Mikroskop (optisch) röthlich erscheinen, während das Plasma (optisch) bläulich aussieht. Die grosse Axe der Zelle erreicht eine Länge von 0.008—0.014 Millim. Eine Presshefe, welche hauptsächlich aus Zellen von dem oben beschriebenen Character zusammengesetzt ist, wird stets kräftige und normale Gährungen hervorrufen. Hefezellen, bei welchen die wässerige Zellflüssigkeit nicht in der beschriebenen Weise vertheilt ist, sondern in unregelmässig contourirten Räumen des Protoplasma's liegt, oder gar in zahlreichen Tröpfchen dem Plasma einverleibt ist (abnorm vacuolisirte Hefezelle) bilden eine geringe, wenn nicht gänzlich werthlose Hefe. Die abnorme Vacuolisirung der Hefezelle, welche den Tod der Hefezelle nach sich zieht, hat meist ihren Grund in allzurascher Abgabe oder Aufnahme von Wasser [1]. Selbst die beste Presshefe besteht nie aus Hefezellen allein. Zwischen diesen treten stets noch Bestandtheile der oben genannten Getreidearten, Gewebsstücke der Frucht- oder Samenhaut, des Endosperms, namentlich aber Stärkekörnchen auf. Die Menge der beigemengten Stärkekörnchen kann bis auf 2 Proc. steigen. Die Stärkekörnchen, welche bei der Gährung in die Hefe hineingeriethen, sind stets dadurch ausgezeichnet, dass sie eine scharf ausgeprägte Schichtung aufweisen, während Getreidestärke, welche betrügerischer

---

zwischen den Leptothrixkörnern mit der Hefe als eine wissenschaftlich zulässige Ansicht in meine »Einleitung in die technische Mikroskopie« aufnahm (1866), erschienen seine Ausführungen mir, und wohl vielen anderen Botanikern, noch glaubhaft. Erst später gerieth der genannte Autor in jene Phantastereien, durch die er sich die Glaubwürdigkeit, wenigstens in Fragen der Mykologie, verscherzte.

1) S. Wiesner, Ueber den Einfluss, welchen Zufuhr und Entziehung von Wasser auf die Lebensthätigkeit der Hefezellen ausüben.

Weise der Hefe zugesetzt wurden, was häufig genug geschieht, jenen Mangel an Schichtung oder jene Undeutlichkeit der Schichtung wahrnehmen lässt, welche der natürlichen Getreidestärke eigen ist.

Nach den Untersuchungen von Champion und Pellet[1]) enthält die Presshefe 75 Proc. Wasser, 7.7 Proc. Stickstoff und 3.46 Proc. ölartiges Fett. Die Cellulosemenge wurde von den Genannten nicht bestimmt. Die Trockensubstanz dieser Hefe lieferte 8.1 Proc. Asche, welche nahe zur Hälfte aus Phosphorsäure bestand. Mit diesen Zahlen stimmen auch die Angaben Payen's über die Bestandtheile der Bierhefe, welche sich chemisch von der Presshefe nur durch einen geringeren Fettgehalt unterscheidet, überein.

Die Bierhefe des Handels entsteht bei der Untergährung des Bieres. Sie bildet entweder eine graubräunliche etwas in's röthliche ziehende schlammartige, oder eine verschieden tiefbraun gefärbte teigartige Masse von bitterem Geschmack und eigenthümlichem, nicht eben angenehmem Geruche. Morphologisch ist sie von der Presshefe — wenn man von den Beimengungen absieht — nur dadurch unterschieden, dass neben vereinzelten Hefezellen auch kleine aus gleichwerthigen Elementen bestehende 3—5gliederige Ketten darin vorkommen. — Ueber die der Bierhefe nie fehlenden Verunreinigungen stellte E. Ostersetzer[2]) eine Untersuchung an, deren Resultate im Kurzen hier folgen. Von Bestandtheilen des Gerstenkorns finden sich Stärkekörnchen, Gewebsstücke aus dem Sameneiweiss und Epidermoidalbildungen vor; wohlerhaltene Fragmente der sog. Kleberschicht, sind nicht selten. Vom Hopfenzapfen gelangen in die Hefe Blatt- und Stengeltheile, Hopfendrüsen und die langen mit kolbenförmigen Haaren besetzten Griffel. Kleine, braune Klümpchen, welche die Löslichkeitsverhältnisse der Harze darboten, und wahrscheinlich ausgeschiedenes Hopfenharz sind, wurden ebenfalls darin nachgewiesen. Hopfenblattläuse (*Aphis lupuli Schk.*) können aus dem Hopfen leicht in die Hefe gerathen, und sind darin auch — in einem Falle — von Ostersetzer beobachtet worden.

Auch Bierhefe wird mit Stärke (Kartoffel-Schlammstärke) versetzt.

Die Weinmosthefe kommt im trockenen Zustande, als sog. Weinlager oder Geläger in den Handel. Es ist die unreinste aller Hefen und wird zur Hervorrufung von Gährungen nicht verwendet, da sie überaus reich an Weinstein ist, der sich mit der Hefe und allen im Weinmoste suspendirten festen Bestandtheilen absetzt.

In der Weinmosthefe scheinen mehrere Pilzarten vertreten zu sein.

---

1) Dingler's polyt. Journal. Bd. 190. p. 153.

2) Ebendaselbst p. 237 ff.

Die am häufigsten auftretenden Formen von Weinhefezellen sind von Reess als *Saccharomyces ellipsoideus* und *apiculatus* beschrieben worden[1]. Die Zellen des ersteren sind ellipsoidisch, im Mittel 0.006 Millim. lang; sie treten einzeln oder in verzweigten Zellketten auf. Auf feuchten Substraten wird die Zelle zum Ascus. Im Ascus entstehen 2, selten 3—4 Sporen, deren durchschnittlicher Durchmesser 0.003—0.0035 Millim. beträgt. Diese Hefeform fehlt am Weinlager nie, da sie sowohl bei der Haupt- als der Nachgährung des Weinmostes auftritt. — Die Zellen von *Saccharomyces apiculatus* gleichen in der Form Citronen, da sie bei elliptischem Hauptumriss an den beiden Enden mit kurzen Erhabenheiten versehen sind. Die Länge der Zellen beträgt durchschnittlich 0.006—0.008, die Dicke 0.002—0.003 Millim. Tritt meist in einzelnen Zellen, selten in wenig gliederigen Verzweigungen auf. Ascosporen, wie an der vorigen, sind bei diesem Pilze noch nicht beobachtet worden. Bei Weinmostgährungen häufig, jedoch nicht immer auftretend.

Die Presshefe dient zu Brotgährungen in der Weissbrotbäckerei und im Haushalte zur Gährung verschiedener Mehlteige, die Bierhefe zur Vergährung der Rübenmelasse und zu Teiggährungen, wozu sie jedoch weniger als die Presshefe geeignet ist. Das Weinlager wird auf Weinstein verarbeitet und bildet das Rohmaterial zu der Hefenschwarz (Drusenschwarz, Frankfurter Schwarz) genannten Farbe.

---

1) Reess l. c. p. 82 ff.

Register der Rohstoffe.

Register der systematischen Pflanzennamen.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Berichtigungen.

Seite 25 7. Zeile von unten lies: Fibrovasalstränge statt: Fibrorasalstränge.
» 55 6. » » » » var. » vor.
» 78 20. » » » » Houmirium » Houmirim.
» 78 1. » » » » Ehrenbergianum » Ehrenbergiarum
» 79 14. » » » » Pedilanthus » Pedialuthus.
» 159 2. » » oben » Coagulum » Congulum.
» 191 6. » » » » erzeugt werden » erzeugt.
» 230 13. » » unten » Knetbarkeit » Klebbarkeit.
» 239 11. » » oben hat das Wort Neottia wegzufallen.
» 321 4. » » unten lies: candidissima statt: candidissimæ.
» 323 4. » » oben » eireinalis » eineinalis.
» 380 20. » » unten » tennifolia » tennifolia.
» 414 11. » » » » eambiale » eumbiale.
» 424 14. » » » » Fig. 57 C, p. » Fig. 57 D, p.
» 458 8. und 23. Zeile von unten lies: Broussonetia statt: Broussonelia.
» 462 12. Zeile von unten lies: Grund- und Hautgewebe statt: Grundgewebe.
» 465 19. » » oben » Wände statt: Dicke der Wände.
» 488 2. » » » » Ratanhiawurzel » Rotanhiawuzel.
» 541 15. » » unten » fraxinellifolium Nutt. » fraxinellifolium L.
» 551 9. » » oben » Flader » Fluder.
» 558 13. » » » » verbreitet » verbreitert.
» 606 12. » » unten » seine botanische » seiner botanischen.
» 618 5. » » oben und ff. lies: Schröder » Sehrader.
» 644 4. » » unten lies: Chalcis » Chalseis.
» 656 10. » » oben » Aeorus » Aearus.
» 663 11. » » » » (Tournesol) entstehen » (Tourensel) entsteht
» 663 16. » » » » Pelargonium » Pelargorium.
» 669 8. » » unten » Fahne » Faser.
» 675 15. » » » » luteola » lutea.
» 695 8. » » » » eingesalzenen » eingesetzten.
» 722 9. » » » » mit » von.
» 722 14. » » » » von » mit.
» 737 6. » » oben » eambialen Zellen » eambialen.
» 751 8. » » » » Steudel » Stendel.
» 785 18. » » unten » eilieiseher » sieiliseher.
» 787 18. » » » » Caeaobäumen » der Caeaocultur.
» 788 12. » » oben » Hauptumriss » Hautumriss.
» 791 14. » » » » einem sklerenhymatischen, Gefässbündel etc.
statt: einem, sklerenehymatisehe Gefässbündel etc.

